

# Experimentaluntersuchung über die Dielektricitäts- constante einiger Gase und Dämpfe.

Von Dr. Ignaz Klemenčič,

*Privatdocent und Assistent an der Universität Graz.*

(Mit 1 Tafel.)

## Einleitung.

In Folge der mächtigen Anregung, welche die Forschungen auf dem Gebiete der Dielektricität durch die elektromagnetische Lichttheorie Maxwell's erfuhren, wurden im Verlaufe der letzten 15 Jahre vielfache Bestimmungen der Dielektricitätsconstante fester und flüssiger Körper gemacht. Weniger beschäftigte man sich mit den Gasen, obwohl bereits Herr Professor Boltzmann in seiner Abhandlung „Experimentelle Bestimmung der Dielektricitätsconstante einiger Gase“ (Wiener Sitzber. Bd. 69 1874) auf die günstigen Eigenschaften hinwies, welche die Gase vor den festen Körpern auszeichnen und sie zu einer Prüfung jener Theorie besonders geeignet machen. Freilich sind die Schwierigkeiten einer solchen Untersuchung nicht gering, und es dürfte dies ein Grund sein, dass wir im Verlaufe von 11 Jahren, seit dem Erscheinen jener ersten diesbezüglichen Abhandlung, nur noch eine diesen Gegenstand betreffende Arbeit von den Herren Ayrton und Perry<sup>1</sup> zu verzeichnen haben.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> „On the Specific Inductive Capacity of Gases“. Paper read before the Asiatic Soc. of Japan April 18, 1877 und Gordon „A physical treatise on electr. and magn.“ Vol. I, pag. 130.

<sup>2</sup> Zu erwähnen wäre auch ein vorläufiger Bericht des von der British. Assoc. eingesetzten Comités zum Zwecke einer genauen Messung

Was nun die Resultate der soeben genannten Beobachter anbelangt, so stimmen sie insofern überein, als beide Untersuchungen bei sämtlichen untersuchten Gasen für die Dielektricitätsconstante Werthe ergaben, die nahezu gleich der Einheit sind; eine Thatsache, die bekanntlich schon Faraday beobachtete. Vergleicht man jedoch die gefundenen Dielektricitätsconstanten mit den Lichtbrechungsexponenten, gemäss der von der elektromagnetischen Lichttheorie aufgestellten Relation, so findet man sofort einen wesentlichen Unterschied in den beiderseitigen Bestimmungen. Während nämlich bei Professor Boltzmann die Quadratwurzeln aus den Dielektricitätsconstanten mit den Lichtbrechungsexponenten eine schöne Übereinstimmung zeigen, ist das bei den von den Herren Ayrton und Perry erhaltenen Werthen nicht der Fall. Dieser Umstand, sowie die Wichtigkeit solcher Bestimmungen nach verschiedenen Methoden mögen die Vornahme dieser Experimentaluntersuchung rechtfertigen.

Bezüglich der hier angewandten Methode muss erwähnt werden, dass sie sich in manchen Punkten von den früheren unterscheidet. Die Herren Boltzmann, dann Ayrton und Perry bestimmten die Änderung der Capacität eines Condensators, welche durch eine Änderung der Dichte des dielektrischen Mittels hervorgebracht wurde, mittelst Potentialmessungen am Elektrometer. Der Verfasser beobachtete die Capacitätsänderung galvanometrisch, indem er einen grossen Condensator<sup>1</sup> durch eine Batterie von mehreren Elementen 64mal in der Secunde lud und eben so oft durch ein Galvanometer entlud. In jenem Falle war also die Ladung des Condensators eine langdauernde, hier eine sehr kurze. Die Frage, ob nicht etwa beim Einlassen des Gases in den Condensator durch Reibung Elektricität erzeugt werde, welche die Richtigkeit des Resultates stören könnte, kommt hier gar nicht in Betracht.

---

der Dielektricitätsconstante des Sprengel'schen Vacuums. Report of the British. Assoc. 1880, pag. 197. Die Versuche dieses Comités scheinen jedoch zu keinem definitiven Abschlusse gelangt zu sein.

<sup>1</sup> Wo hier von einem Condensator gesprochen wird, ist darunter ein Condensator zu verstehen, bei dem das dielektrische Mittel aus einem Gase besteht, dessen Dichte innerhalb gewisser Grenzen geändert werden kann.

Ein besonderer Vortheil dieser Methode besteht darin, dass man von einer guten und sorgfältigen Isolirung bei Weitem nicht so abhängt, wie bei den elektrometrischen Messungen. Demgemäss entfällt auch ein grosser Theil der Schwierigkeiten, welche jene Methoden darboten und es wird auf diesem Wege hoffentlich gelingen in diese Bestimmungen jene Sicherheit zu bringen, durch welche sich jetzt die Messungen des Lichtbrechungs-exponenten auszeichnen.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche erstreckten sich auf 12 Gase und Dämpfe; nämlich auf die sieben bereits von Herrn Boltzmann untersuchten Gase und auf die Dämpfe des Schwefelkohlenstoffes, der schwefeligen Säure, des Äthers, des Chloräthyls und des Bromäthyls. Die gefundenen Werthe der Dielektricitätsconstante der sieben Gase und des Schwefelkohlenstoffdampfes stimmen sehr gut mit den diesbezüglichen Zahlen von Boltzmann und mit der elektromagnetischen Lichttheorie; die übrigen Dämpfe zeigen diese Übereinstimmung nicht.

### Beobachtungsmethode.

Ein Plattencondensator von der Beschaffenheit, dass die Dichte des zwischen den Platten befindlichen Mittels, als welches wir irgend ein Gas voraussetzen wollen, innerhalb gewisser Grenzen geändert werden kann, werde durch eine Batterie mehrmals in der Secunde geladen und ebenso oft durch ein Galvanometer entladen. Ist die Anzahl der Entladungen während einer Schwingungsdauer der Galvanometernadel eine ziemlich beträchtliche, dann erscheint diese constant abgelenkt. Die Ablenkung selbst, die wir mit  $\Phi$  bezeichnen wollen, ist bekanntlich ein Mass für die Capacität des Condensators. Haben wir daher an der ganzen Anordnung nichts geändert, sondern nur die Dichte des zwischen den Condensatorplatten befindlichen Mittels variiert und dabei am Galvanometer eine Änderung des  $\Phi$  beobachtet, so müssen wir daraus schliessen, dass die Capacität des Condensators eine andere geworden ist, und dass das dielektrische Mittel bei verschiedenen Dichten auch verschiedene Dielektricitätsconstanten besitzt.

Unter sonst ganz gleichen Umständen, stehe das Gas im Condensator einmal unter dem Drucke  $H$  und dann unter  $h$ . Die

Dielektricitätsconstanten seien in den beiden Fällen  $D_H$  und  $D_h$ ; die Capacitäten  $C_H$  und  $C_h$ , dann ist

$$\frac{C_H}{C_h} = \frac{D_H}{D_h} = \frac{\Phi + a}{\Phi}$$

wenn wir mit  $a$  die Änderung des  $\Phi$  bezeichnen, wobei  $a$  positiv oder negativ sein kann.

Da  $a$  für Druckdifferenzen innerhalb einer Atmosphäre nur einen geringen Bruchtheil von  $\Phi$  ausmacht, so muss man natürlich trachten,  $\Phi$  sehr gross zu machen. Dies erreicht man durch ein sehr empfindliches Galvanometer, durch einen Condensator von sehr grosser Capacität, durch eine starke Ladungsbatterie und durch eine grosse Zahl von Ladungen und Entladungen in der Secunde, was man mit einer elektromagnetisch anregbaren Stimmgabel am besten bewerkstelliget.

Unter solchen Umständen wird jedoch  $\Phi$  zu gross, um mit Spiegel, Fernrohr und Scala beobachtet zu werden, man muss daher eine Compensationsmethode anwenden, indem man die Galvanometernadel einer zweiten gleich grossen, aber entgegengesetzten Einwirkung aussetzt, so dass sie unter dem gleichzeitigen Einflusse beider aus ihrer gewöhnlichen Ruhelage gar nicht abgelenkt erscheint.

Die Compensation könnte in der Weise wie beim Differentialgalvanometer oder wie bei der Wheatstone'schen Brücke durchgeführt werden; allein mit Rücksicht auf die nothwendige Ausnützung der Empfindlichkeit des Galvanometers und auch noch aus anderen Gründen empfiehlt sich eine von diesen Methoden nicht. Praktischer wäre die Compensation so zu machen, dass man einen zweiten, gleich grossen Condensator entgegengesetzt und dann beide gleichzeitig durch das Galvanometer entladet, eine Methode ähnlich der von den Herren Ayrton und Perry befolgten. Ich werde auf dieselbe noch am Schlusse zu sprechen kommen.

Hier wurde die Compensation in der Weise hergestellt, dass eine kleine Batterie (Compensationsbatterie) durch einen grossen Widerstand und durch dieselbe Galvanometerrolle derart geschlossen wurde, dass der in diesem Kreise circulirende Strom die Galvanometernadel nach entgegengesetzter Richtung als die

Condensatorentladungen abzulenken strebte. Die Stärke des Stromes konnte mittels des eingeschalteten Widerstandes so regulirt werden, dass die Galvanometernadel durch den Einfluss beider Einwirkungen ihre gewöhnliche Ruhelage gar nicht verliess.

Angenommen, es wäre eine solche Compensation der Condensatorentladungen für einen Druck  $= h$  des dielektrischen Mittels erreicht, dann kommen sowohl vom Condensator, als auch von der Batterie in der Zeiteinheit gleiche Elektrizitätsmengen in Bewegung. Wird nun die Dichte des Mittels geändert und der Druck  $= H$  gemacht, so bemerken wir am Galvanometer sofort einen Ausschlag, der daher rührt, dass das betreffende Gas bei der zweiten Dichte eine andere Dielektricitätsconstante und infolge dessen der Condensator eine andere Capacität besitzt. Vom Condensator aus wird jetzt mehr oder weniger Elektrizität in Bewegung gesetzt wie früher, und die Compensation ist gestört. Die jetzt beobachtete Ablenkung ist jedoch nicht die oben mit  $a$  bezeichnete Änderung des  $\Phi$ , da ein Theil der vom Condensator kommenden Elektrizität seinen Weg durch den Compensationskreis und nicht durch das Galvanometer nimmt.

Bezeichnet  $\delta$  die beobachtete Ablenkung, so ist  $a = q\delta$  wo  $q$  einen zu bestimmenden Reductionsfactor bezeichnet. Wir haben also:

$$D_B = \frac{D_H}{D_h} = 1 + \frac{q\delta}{\Phi}$$

Darin ist  $B = H - h$  angenommen, es bedeutet also  $D_B$  das Verhältniss der Dielektricitätsconstanten eines Gases bei zwei verschiedenen, einer Druckdifferenz  $B$  entsprechenden Dichten.

Es hat sich bei allen untersuchten Gasen herausgestellt, dass  $\delta$  positiv ist für  $H > h$ , d. h. die Dielektricitätsconstante wächst mit der Dichte. Beobachtungen bei verschiedenen  $B$  haben gezeigt, dass  $\delta$  der Druckdifferenz  $B$  proportional zunimmt; diesbezügliche ausführliche Versuche wurden namentlich mit der atmosphärischen Luft angetellt. Haben wir daher für ein gewisses  $B$  ausgedrückt in Mm. Quecksilber einen Ausschlag  $\delta$  beobachtet, so ist für die Druckdifferenz von 760 Mm. Quecksilber:

$$D_{760} = 1 + \frac{q\delta \frac{760}{B}}{\Phi}$$

Nehmen wir ferner an, dass die Temperatur nur insofern die Dielektricitätsconstante des betreffenden Mittels beeinflusst, als sie dessen Dichte ändert, so können wir alle Beobachtungen auf die Temperatur von 0° beziehen, indem wir schreiben

$$D = 1 + \frac{q\delta \frac{760}{B}}{\Phi} (1 + \alpha t)$$

wo  $\alpha$  den Ausdehnungscoefficienten der Gase bezeichnet.

Hier bedeutet  $D$  das Verhältniss der Dielektricitätsconstanten eines Gases bei 0° Temperatur und zwei verschiedenen einer Druckdifferenz von 760 Mm. Quecksilber entsprechenden Dichten.

Da alle Beobachtungen nahezu bei gleicher Temperatur (15°) gemacht wurden, so wäre es namentlich mit Rücksicht auf die Dämpfe correcter gewesen, gar nicht auf 0° zu reduciren und die Dielektricitätsconstanten einfach auf die der Luft zu beziehen, wie dies Mascart bei seinen Untersuchungen über den Lichtbrechungsexponenten der Gase und Dämpfe gemacht hat. Ich habe mich jedoch in dieser Beziehung meinen Vorgängern angeschlossen und bemerke nur, dass die Umrechnung der Resultate leicht ausgeführt werden kann.

### Anordnung der Apparate.

Fig. 1 zeigt die Anordnung der Apparate. Von den Platten des Condensators  $C$  war immer eine isolirt und die unmittelbar benachbarten zur Erde abgeleitet. Die isolirten Platten waren mit den Quecksilbernäpfchen 3 und 4 leitend verbunden. Die Stimmgabel  $S$  besorgte in der bekannten bereits beschriebenen<sup>1</sup> Weise die Ladung und Entladung des Condensators. Vom Quecksilbernäpfchen 1 ging eine Leitung zum Galvanometer und vom Näpfchen 2 eine solche zur Ladungsbatterie  $LB$ . Der zweite Pol dieser Batterie war zur Erde abgeleitet. Der eine Pol der Compensationsbatterie  $CB$  stand mit der Erde, der andere durch den grossen Widerstand  $W$  mit dem Galvanometer in Verbindung. Ein Ende der Galvanometerrolle war ebenfalls zur Erde abgeleitet. Der Condensator, respective die Ladungs- und Compensationsbatterie waren derart eingeschaltet, dass sie die Galvano-

meternadel nach entgegengesetzten Seiten abzulenken suchten; durch Veränderungen am Widerstande  $W$  konnte die Stärke des Compensationsstromes so regulirt werden, dass sich die beiden Wirkungen gerade aufhoben. Den Widerstand  $W$  bildeten ein Breguet'scher Widerstandskasten mit 100000 Ohm (Unterabtheilungen 50000, 20000, 20000, 10000) und ein Etalon von Siemen's mit 10000 S. E. (Kleinste Unterabtheilung = 1). Neben der  $CB$  war noch ein Leitungskreis mit zwei Widerständen  $w_1$  und  $w_2$  und der Quecksilbernäpfchen 5, 6 und 7 angebracht. Wurden die beiden Näpfchen 6 und 7 überbrückt, so war die  $CB$  in sich geschlossen. Zog man nun den Erdleitungsdraht aus dem Näpfchen 5 heraus und legte ihn in das Näpfchen 7, so wirkte jetzt zwischen denselben Galvanometerenden, wo früher die elektromotorische Kraft  $E$  der  $CB$  thätig war, nur die elektromotorische Kraft  $e$ . Bezeichnet  $\rho$  den Widerstand der  $CB$ , so verhält sich

$$\frac{e}{E} = \frac{w_2}{w_1 + w_2 + \rho}$$

Es war  $w_1 = 969$  S. E.,  $w_2 = 5 \cdot 52$  S. E. — Als  $CB$  dienten vier Dan. Elemente (bei einigen Beobachtungen nur eins); der innere Widerstand dieser beträgt noch nicht 1 S. E. und kann gegen  $w_1$  vernachlässigt werden. Wir haben also

$$\frac{e}{E} = 176 \cdot 6.$$

Als Ladungsbatterie verwendete ich kleine Bunsen'sche Elemente (Lösung von dopp. chroms. K. statt der Salpetersäure). Hin und wieder wurden auch 12 Leclanché Elem. zu Hilfe genommen und nur in einigen wenigen Fällen benützte ich eine gewöhnliche, aus 10 Elem. bestehende Tauchbatterie (Zink-Kohle in Lös. von dopp. chroms. K.).

In Ermangelung eines sehr empfindlichen aperiodischen Galvanometers neuerer Construction wurde ein Meyerstein'sches mit einer feindrartigen Rolle verwendet; bei demselben musste die Ruhelage immer erst aus drei oder vier Umkehrpunkten abgeleitet werden. Die Galvanometernadel war astatisch und hatte eine Schwingungsdauer von 11·4 Secunden. Um die Empfindlichkeit möglichst zu erhöhen, stellte ich die Scala in

einer Distanz von 6·4 Metern vom Galvanometerspiegel auf. Natürlich musste in dem Falle auch ein sehr gutes stark vergrösserndes Fernrohr zur Beobachtung genommen werden, um die Millimeter an der Scala deutlich zu unterscheiden und noch Zehntel derselben schätzen zu können. Spiegel und Fernrohr waren in der That vortrefflich. Obwohl das Galvanometer mit einem hölzernen Kasten umgeben war, so schien es mir doch vorthellhaft, dasselbe in einem Nebenzimmer aufzustellen, um es auf diese Weise noch besser vor Störungen zu schützen. Die Beobachtung mit dem Fernrohr geschah durch eine Nische in der Wand.

Das Innere des Condensators communicirte zunächst mit einem Manometer  $M$ , ferner mit zwei grossen Glasballons  $G_1$  und  $G_2$  von je 50 Cm. Durchmesser und mit einer Luftpumpe. Bei o konnten die zu untersuchenden Gase eingelassen werden.  $h_0, h_1, h_2, h_3, h_4, h_5$  sind Glashähne, die theils während der eigentlichen Beobachtung benützt wurden, theils aber auch nur dazu dienten, um undicht gewordene Stellen leichter ausfindig zu machen.

### Der Condensator.

Der Condensator (Fig. 2) bestand aus 30 kreisförmigen, mit Nickel überzogenen Messingplatten, welche auf einem Teller übereinander gelagert und durch kleine Hartgummischeiben getrennt waren. Die Platten hatten einen Durchmesser von 25·76 Cm. und waren ungefähr 0·5 Cm. dick; jede war an ihrem Umfange mit einer kleinen Klemmschraube versehen. Die unterste sowie jede zweite darauffolgende war mit den Metallbestandtheilen des Tellers verbunden und dieser zur Erde abgeleitet. Unter der ersten Platte, unmittelbar ober der Ausmündung des Tellercanals war noch eine kleinere Metallplatte angebracht, gegen welche das in den Condensator einströmende Gas strich. Diese Vorsicht wurde geübt, um jede Deformation der untersten Condensatorplatte durch das einströmende Gas zu vermeiden. Es sei schon hier erwähnt, dass ich bei den ersten Versuchen mit der Luft, diese direct gegen die unterste Condensatorplatte streichen liess und erst später die kleinere Platte dazwischen legte; es konnte jedoch ein Unterschied der Resultate in den beiden Fällen nicht constatirt werden.

Bei einer späteren Reihe von Versuchen wurde die Distanz der Condensatorplatten vergrößert und der Condensator nur aus 22 solchen aufgebaut.

Unmittelbar um den Condensator war ein cylindrischer Mantel *Z* angebracht; dieser bestand aus zwei concentrischen Zinkblechröhren, deren Zwischenraum mit Paraffin ausgegossen war. Der Mantel überragte den Condensator etwas an Höhe und war mit einer kreisförmigen Zinkplatte überdeckt. Mantel und Zinkplatte waren mit den zur Erde abgeleiteten Platten verbunden. Diese Umhüllung des Condensators schützte ihn vor äusseren elektrischen Einflüssen und verminderte den vom Gase erfüllten Raum unter der Glasglocke, die über das Ganze gestülpt war. Den letzteren Zweck erfüllte auch eine dem oberen Theile der Glasglocke angepasste Paraffinform *P*. Die Glasglocke war natürlich auf die am Teller angekittete Glasplatte aufgeschliffen und überhaupt Alles luftdicht schliessend gemacht.

Bei der kleineren Plattendistanz waren die Hartgummi-scheibchen kreisförmig, hatten eine Dicke von 0.089 Cm. und einen Durchmesser von 0.5 Cm. Durch Vergleich mit einem anderen, sogenannten absoluten Condensator wurde die Capacität des Condensators und der Zuleitungsdrähte = 13604 Cm. nach mechanischem Maasse gefunden. Auf einen kleinen Theil dieser Gesamtcapacität hat jedoch die Änderung der Dielektricitäts-constante des zwischen den Platten befindlichen Mittels keinen Einfluss. Die Capacität der Zuleitungsdrähte wird nicht geändert, wenn man die Dichte des dielektrischen Mittels variirt; dann aber bleibt auch jener Theilconstant, der auf die Oberfläche der Condensatorplatten entfällt, welche von den Hartgummiplättchen gedeckt wird. Dieser Theil lässt sich ungefähr berechnen. Man findet, dass er sich zur Gesamtcapacität verhält wie 0.66:165.9, das ist ungefähr 0.4%, wenn man die Dielektricitätsconstante des Hartgummis mit 3.5 (nach Boltzmann) annimmt. Die Capacität der Zuleitungsdrähte wurde experimentell bestimmt. Wird die Gesamtcapacität durch 37400 ausgedrückt, so macht die der Zuleitungsdrähte 106 aus, das ergibt 0.28%. Wir haben daher im Ganzen 0.68% von der Gesamtcapacität, auf welche eine Änderung der Dichte des dielektrischen Mittels keinen Einfluss üben kann.

Im zweiten Falle, wo der Condensator bei vergrößerter Plattendistanz nur aus 22 Platten gebildet wurde, verhielt sich die Capacität der Zuleitungsdrähte zur Gesamtcapacität wie 117 : 8457, das macht 1·4<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Die Hartgummiplättchen, die hier benützt wurden; waren quadratisch und hatten ungefähr 0·09 □ Cm. Fläche; dieser Theil macht also 0·57<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Es entfallen daher 1·97<sup>0</sup>/<sub>100</sub> der Gesamtcapacität auf den veränderlichen Theil.

Zwei Umstände müssen noch berücksichtigt werden; nämlich dass die Capacität des Condensators bei zwei verschiedenen Drücken beeinflusst wird erstens durch die cubische Compressibilität der Platten und Hartgummischeibchen, und zweitens durch das einströmende, zuweilen sehr stark abgekühlte Gas insofern, als durch dasselbe eine Temperaturänderung in den Condensatorbestandtheilen hervorgebracht wird.

Was den ersten Punkt betrifft, so ergibt eine Betrachtung des cubischen Compressibilitätscoefficienten des Messings (0·000001106 für den Druck eines Kilogramms auf □ Cm. nach Wertheim), dass der Theil der Capacitätsänderung, welcher auf die Änderung der Plattenoberfläche entfällt, sehr klein ist und ganz vernachlässigt werden kann. Ein Fehler in entgegengesetztem Sinne entsteht ferner dadurch, dass infolge der Zusammendrückbarkeit des Hartgummis mit dem Drucke auch die Plattendistanz ein wenig geändert wird. Dieser Fehler mag immerhin einen kleinen Einfluss auf das Resultat haben, dessen Eliminirung erwünscht wäre; aber selbst dann, wenn man die cubische Compressibilität des Hartgummis jener des Wassers (0·000048 nach Grassi) gleichsetzt, beträgt dieser Fehler bei der atmosphärischen Luft nur etwa 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Bezüglich des zweiten Punktes ist zu bemerken, dass namentlich die Dämpfe sehr stark abgekühlt im Condensator anlangen. Bedenkt man jedoch, dass die Condensatorplatten eine Metallmasse von mehr als 60 Kilogramm repräsentirten, so ist es begreiflich, dass die geringen Gasmengen sofort die Temperatur der sie umgebenden Platten annehmen mussten, ohne die der letzteren wesentlich zu alteriren.

Unter diesen Umständen konnte auch die Temperatur der Hartgummischiebchen<sup>1</sup> nicht merklich geändert werden. Besser als diese Erwägungen zeigte jedoch ein Versuch mit der schwefeligen Säure, dass Störungen von dieser Seite nicht zu befürchten waren.

### Vorgang bei der Beobachtung.

Etwa eine Stunde vor Beginn der Beobachtungen wurden die zur *LB* und *CB* verwendeten Elemente in das Beobachtungszimmer gebracht, damit sie ihre Temperatur mit der des Zimmers ausglich. Bei der äusserst feinen Compensation war es eben nothwendig, alle Änderungen der elektromotorischen Kräfte und Widerstände thunlichst abzuhalten.

Die zwei grossen Glasballons und der Condensator wurden ausgepumpt und hierauf die Hähne  $h_1$  und  $h_2$  geschlossen. Der Recipient mit dem zu untersuchenden Gase wurde mittelst eines dicht schliessenden Kautschukschlauches mit der Mündung *o* verbunden.

War das Gas noch zu reinigen und zu trocknen, so wurden dazwischen die entsprechenden Apparate eingeschaltet. — Im Glasrohre zwischen *o* und dem Hahne  $h_0$  war ein Baumwollpropf als Filter angebracht. Nun wurden der Condensator und seine Verbindungsanäle mit dem zu untersuchenden Gase ausgewaschen, indem man das ganze System auspumpte, hierauf das Gas einliess und wieder auspumpte. Diese Manipulation wurde, je nachdem es nothwendig erschien, mehrmals wiederholt, bis man annehmen konnte, dass vom vorhergehend untersuchten Gase im Condensator nur mehr unmerkliche Spuren vorhanden sind. Hierauf wurde durch Regulirung des Widerstandes *W* die Compensation am Galvanometer hergestellt. Es sei bemerkt, dass nicht immer eine genaue Zurückführung der Galvanometernadel auf die Ruhelage angestrebt wurde; man begnügte sich zumeist mit einer Compensation bis auf 10 Scth. was natürlich vollkommen ausreichte. Nur in einigen wenigen Fällen war die Compensationsdifferenz etwas grösser, da es

<sup>1</sup> Der Wärmeausdehnungscoefficient des Hartgummi ist nach Kohlrausch (Pogg. A. 149) zwischen  $16.7^\circ$  und  $25.3^\circ = 0.000077$ .

infolge einer Lücke in  $W$  nicht möglich war genauer zu compensiren.<sup>1</sup>

War die Compensation erreicht, so begann die eigentliche Beobachtung. Ein Gehilfe wurde bei den Hähnen postirt und hatte dieselben auf Commando zu öffnen und zu schliessen. Die Galvanometer- und Manometerablesungen wurden von einer Stelle mittels verschiedener Fernrohre gemacht. Die Beobachtung begann immer bei einem niederen Drucke im Condensator. War der Stand Galvanometernadel bei diesem Drucke abgelesen, so wurde vom Gehilfen der Hahn  $h_0$  geöffnet und das in der Untersuchung befindliche Gas in den Condensator eingelassen; dann wurde der Hahn  $h_0$  wieder geschlossen, der Stand des Manometers notirt und die Galvanometerbeobachtung gemacht. Hierauf wurde der Hahn  $h_1$  geöffnet und das Gas aus dem Condensator in den ausgepumpten Ballon  $G_1$  geleitet. Hatte sich zwischen Condensator und Glasballon das Gleichgewicht hergestellt, so wurde  $h_1$  geschlossen und  $h_2$  geöffnet, dadurch wurde der schon theilweise evacuirte Condensator noch besser entleert. Nachdem auch der Hahn  $h_2$  wieder geschlossen und die Manometerablesung gemacht war, wurde abermals bei diesem niederen Drucke der Stand der Galvanometernadel bestimmt. Darauf wurde wieder Gas eingelassen u. s. f. bis man im ganzen 7 oder 9 Beobachtungen und zwar abwechselnd bei niederem und hohen Drucke hatte. Eine solche Beobachtungsreihe dauerte 10—15 Minuten und wurde stets bei einem niederen Drucke angefangen und beendet.

Der soeben dargestellte Beobachtungsvorgang musste eingeschlagen werden, um die Fehler möglichst zu eliminiren, welche aus einer beständigen Wanderung der Ruhelage der Galvanometernadel eintreten konnten. Während der lange dauernden Beobachtungsreihe konnten ja verschiedene Umstände die Compensation stören. — Eine minimale Alteration des Widerstandes  $W$  und des Ganges der Stimmgabel, die geringste Änderung der elektromotorischen Kraft der  $CB$  und  $LB$  waren genügend, um die Galvanometernadel in Bewegung zu setzen. Diese Bewegung war in den weitaus meisten Fällen eine gleich-

---

<sup>1</sup> Da der eine Widerstandskasten Ohm, der andere S. E. hatte und bei einem die kleinste Unterabth. = 10000 Ohm war.

mässige und keine rasche, so dass infolge der Differenzbeobachtungen die Richtigkeit des Resultates nicht beeinträchtigt wurde. In einigen besonders günstigen Fällen war jedoch eine solche Bewegung gar nicht vorhanden und die Nadel machte nur jene Ruhelagenverschiebungen, welche durch die Capacitätsänderung des Condensators bedingt waren.

Trotzdem ich das von der Luft erfüllte Volumen im Condensator durch verschiedene, bereits erwähnte Ballaststücke möglichst reducirte, so war darin immerhin noch ein 4—5 Liter fassender Raum vorhanden und es wurden für jede solche Beobachtungsreihe circa 15—20 Liter Gas von normaler Dichte gebraucht, wobei man den Condensator jedesmal ungefähr bis zum Atmosphärendrucke füllte. Bei den Dämpfen konnte dieser natürlich nicht erreicht werden, theils weil bei einigen die Spannung bei etwa  $16^{\circ}$  zu gering ist, theils aber auch weil die Verdampfung zu langsam vor sich ging.

Alle untersuchten Gase wurden in Recipienten unter Wasser aufgefangen.

Nach Beendigung einer solchen Beobachtungsreihe wurde  $\Phi$  bestimmt und schliesslich das Gas auf seine Leitungsfähigkeit geprüft, d. h. es wurde untersucht, ob ein Galvanometerausschlag bemerkbar war, wenn man die beiden Pole der *LB* mit den beiden Belegungen des Condensators verband und in diesen Kreis auch das Galvanometer einschaltete. Wäre eine solche Leitungsfähigkeit vorhandengewesen, dann hätte offenbar die Dielektricitätsconstante zu klein ausfallen müssen. Es sei schon jetzt bemerkt, dass bei keinem Gase ein Galvanometerausschlag constatirt werden konnte; nur bei der atmosphärischen Luft war in einem später zu besprechenden Falle ein beobachtbares Leitungsvermögen zu constatiren.

An einem in der Nähe des Condensators aufgehängten Thermometer wurden die Temperaturen abgelesen. Im Interesse einer sehr genauen Messung wäre es natürlich wünschenswerth, die Temperatur der Condensatorplatten direkt zu bestimmen und diese als die Temperatur des untersuchten Gases anzunehmen. Vielleicht gelingt es bei späteren Bestimmungen auch in dieser Richtung eine Verbesserung anzubringen.

Bestimmung von  $\Phi$ .

War eine Serie von Beobachtungen gemacht, so wurde die Stimmgabel arretirt, die beiden Nöpfchen 5 und 6 überbrückt, der Erdleitungsdraht aus dem Nöpfchen 5 gezogen und in das Nöpfchen 7 gesteckt. Das Galvanometer war also jetzt durch den grossen Widerstand  $W$  mit zwei Punkten eines Stromkreises verbunden, zwischen denen die Potentialdifferenz  $e$  herrschte, wo

$$e = \frac{w_2}{w_1 + w_2} E$$

ist und die Buchstaben die bekannte Bedeutung haben. Es wurde der Galvanometerausschlag  $\varphi$  beobachtet. Während der Condensatorentladung war jedoch zwischen denselben Punkten der Galvanometerleitung die gesammte elektromotorische Kraft  $E$  thätig. Bezeichnen wir die Ablenkung der Galvanometernadel in diesem Falle mit  $\Psi$ , so ist

$$\Psi = \frac{w_1 + w_2}{w_2} \varphi = 176 \cdot 6 \varphi^1$$

$\Psi$  ist der Ausschlag, welcher der Gesammtcapacität des Condensators und der Zuleitungsdrähte entspricht. Davon ist der unveränderliche Theil abzuziehen. Wir bekommen also den Ausschlag  $\Phi$ , welcher der Berechnung der Dielektricitätsconstante zu Grunde gelegt werden muss, wenn wir setzen für die kleinere Plattendistanz

$$\Phi = \Psi(1 - 0 \cdot 0068)$$

und für die grössere

$$\Phi = \Psi(1 - 0 \cdot 0197)$$

Bestimmung von  $q$ .

Der kleine Ausschlag  $\delta$ , welchen man am Galvanometer beobachtet, entspricht nicht ganz der Änderung der Condensatorcapacität, da ein Theil der aus dem Condensator kommenden Elektricität durch den Widerstand  $W$  und die Compensationsbatterie zur Erde abfliesst. Dieser kleine Theil lässt sich leicht

<sup>1</sup> Unter Berücksichtigung, dass  $w_2$  sehr klein gegen  $W$  ist.

berechnen, und es ist klar, dass der Coefficient  $q$  mit dem wir  $\delta$  multipliciren müssen, um den der Änderung der Capacität wirklich entsprechenden Ausschlag  $\alpha$  zu bekommen, gegeben ist durch die Relation:

$$= \frac{W+r}{W}$$

wo  $r$  den Widerstand der Galvanometerrolle bedeutet.

Es wäre demnach für  $W = 100000$  Ohm,  $q = 1.0453$ , da die Galvanometerrolle einen Widerstand von 4530 Ohm hatte. Dies gilt aber streng genommen nur für einen constanten Strom; die experimentelle Bestimmung des  $q$  mit Hilfe eines constanten Stromes lieferte auch wirklich den Werth  $q = 1.0449$ . Bei der Condensatorentladung sprechen jedoch neben den Widerständen auch die Inductionscoefficienten mit und in der That ergab die Beobachtung mit der Condensatorentladung:

$$q = 1.042 \text{ für } W = 100000 \text{ Ohm}$$

$$\text{und } q = 1.040 \quad \text{„} = 109430$$

Diese Werthe wurden dann stets der Berechnung zu Grunde gelegt.

Die Bestimmung geschah in der Weise, dass der Condensator nur zu einem sehr niederen Potentiale (etwa  $\frac{1}{3}$  Dan. E) geladen und die Galvanometerablenkung beobachtet wurde, einmal wenn die Leitung durch den grossen Widerstand geschlossen und dann wenn sie offen war. Natürlich wurde in diesem Falle die Compensationsbatterie ausgeschaltet.

### Beobachtungsergebnisse.

In den nachfolgenden Tabellen sind die mit den einzelnen Gasen und Dämpfen erhaltenen Resultate angeführt. Darin ist bezeichnet mit

*LB* die Ladungsbatterie,

*CB* die Compensationsbatterie,

*W* der in der Compensationsleitung enthaltene Widerstand in Ohm,

*T* die Temperatur,

$\varphi$  der Ausschlag, wenn das Galvanometer sammt *W* in einem Nebenzweig der *CB* eingeschaltet war,

$\Phi = 176 \cdot 6 \varphi (1 - 0 \cdot 0068)$  für die kleinere, und  
 $= 176 \cdot 6 \varphi (1 - 0 \cdot 0197)$  für die grössere Plattendistanz,  
*D* das Verhältniss der Dielectricitätsconstanten eines  
 Gases bei 0° Temperatur und zwei verschiedenen  
 einer Druckdifferenz von 769 Mm. Quecksilber ent-  
 sprechenden Dichten,

*b* der Druck unter welchem das Gas im Condensator  
 stand in Millimetern Quecksilber,

*R* die beim betreffenden Drucke bestimmte Ruhelage  
 der Galvanometernadel

$\delta$  und *B* die Differenz der aus den einzelnen übereinander,  
 stehenden Ruhelagen und Drücken abgeleiteten Mittel-

$a = 1 \cdot 042 \delta$  respective  $1 \cdot 040 \delta$

*B. E.* = Bunsen'sches Element (mit Lösung von doppelchrom-  
 sauren Kali statt Salpetersäure),

*L. E.* = Leclanché Element,

*D. E.* = Daniell'sches Element.

### 1. Atmosphärische Luft.

Zu Beginn dieser Bestimmungen wurden die untersuchten  
 Luftmengen dem Beobachtungslocale entnommen und hatten vor  
 dem Eintritte in den Condensator einen Trocknungsapparat zu  
 passiren. Es stellte sich jedoch sehr bald ein eigenthümlicher  
 Übelstand ein. Da nämlich die Beobachtungsscala nicht gerade  
 gegen ein Fenster gekehrt war und sich die Wintertage über-  
 haupt durch keine sonderliche Helligkeit auszeichnen, so musste  
 die Scala mit zwei Gasflammen beleuchtet werden, die mit  
 geringen Unterbrechungen den ganzen Tag brannten; zu diesen  
 kamen bei eintretender Dunkelheit noch einige hinzu. Es zeigte  
 sich nun, dass die Abends gemachten Bestimmungen gewöhnlich  
 kleinere Werthe für die Dielektricitätsconstante lieferten, als die  
 Vormittags. Löschte ich die meisten Flammen aus und lüftete  
 das Zimmer einige Zeit hindurch, so bekam ich wieder bessere  
 Resultate. Hiedurch wurde es wahrscheinlich gemacht, dass die  
 Luft durch die Gasflammen in irgend einer Weise verunreinigt  
 wird. Ich untersuchte, nachdem ich den Condensator mit solcher  
 Luft gefüllt hatte, dieselbe in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit  
 in der schon beschriebenen Weise und bekam in der That beim

Schlusse des Kreises eine Ablenkung der Galvanometernadel um einige Selth.

Unter dem Einflusse von Gasflammen erlangt also die Luft eine ziemlich beträchtliche Leitungsfähigkeit; eine Erscheinung, die bereits Herr W. Giese<sup>1</sup> untersucht hat.

Um derartigen Störungen der Beobachtungen zu entgehen, wurde bei den weiteren Versuchen die Luft direct aus dem Freien in den Condensator geleitet. Von den Beobachtungsreihen, welche mit der Zimmerluft gemacht wurden, sind in den Tabellen I—V jene angeführt, welche an den Vormittagen zuerst gemacht wurden, bei denen sich also der störende Einfluss der Flammen noch nicht bemerkbar machen konnte.

*LB 22 B. E. — CB. 4 D. E.*

I.

$$W 97520, \quad T = 17^\circ, \quad \varphi = 212 \cdot 5$$

$b$	$R$	
18·5	455·8	$\delta = 18 \cdot 5, \quad B = 691 \cdot 4$
726·5	434·7	
44·0	451·6	$a = 19 \cdot 28$
733·5	433·0	$\Phi = 37290$
48·8	449·8	$D = 1 \cdot 000603$
733·5	433·1	
61·0	451·1	
43·1	734·5	
	452·1	433·6

<sup>1</sup> Wied. Ann. Bd. XVII.

## II.

$$W = 95910, \quad T = 16.9, \quad \varphi = 214.4$$

$b$		$R$		
12.6		410.2		
	729.5		430.0	$\delta = 18.5, \quad B = 692.1$
34.6		412.1		$a = 19.28$
	727.9		432.9	$\Phi = 37620$
44.2		415.6		$D = 1.000597$
	727.9		434.8	
54.0		417.8		
36.3	728.4	413.9	432.4	

## III.

$$W = 96010, \quad T = 17.1, \quad \varphi = 214.0$$

$b$		$R$		
15.6		416.5		
	727.9		397.1	$\delta = 17.9, \quad B = 689.2$
36.4		414.3		$a = 18.66$
	727.9		395.5	$\Phi = 37550$
47.0		412.6		$D = 1.000581$
	727.9		396.9	
56		414.2		
38.7	727.9	414.4	396.5	

## IV.

$$W = 95840, \quad T = 17.2, \quad \varphi = 213.3$$

$b$		$R$		
21.0		452.2		
	729.9		470.2	$\delta = 18.2, \quad B = 689.3$
38.0		452.8		$a = 18.97$
	729.9		472.5	$\Phi = 37430$
47.0		453.0		$D = 1000593$
	729.9		469.8	
56.6		452.5		
40.6	729.9	452.6	470.8	

## V.

$$W = 100846, \quad T = 17 \cdot 2, \quad \varphi = 209 \cdot 2$$

$b$		$R$		
181·0		456·5		
	735·0		473·2	$\delta = 13 \cdot 7, \quad B = 534 \cdot 8$
197·0		461·9		$a = 14 \cdot 3$
	735·0		478·2	$\Phi = 36700$
207·0		468·7		$D = 1 \cdot 000588$
	735·0		483·6	
216·0		471·1		
200·2	735·0	464·6	478·3	

## VI.

$$W = 99250, \quad T = 16^\circ, \quad \varphi = 212 \cdot 4$$

$b$		$R$		
21·2		531·8		
	721·5		547·9	$\delta = 17 \cdot 55, \quad B = 671 \cdot 0$
38·0		525·8		$a = 18 \cdot 29$
	721·5		540·5	$\Phi = 37270$
53·6		522·3		$D = 1 \cdot 000588$
	721·5		542·0	
63·6		521·9		
	721·5		535·4	
76·2		517·7		
50·5	721·5	523·9	541·45	

## VII.

$$W = 99390, \quad T = 16^\circ, \quad \varphi = 211 \cdot 8$$

$b$		$R$		
24·6		565·4		
	721·7		551·0	$\delta = 17 \cdot 1, \quad B = 672 \cdot 1$
37·0		572·4		$a = 17 \cdot 83$
	721·7		558·6	$\Phi = 37170$
48·4		576·7		$D = 1 \cdot 000574$
	721·7		561·6	
61·6		583·0		
	721·7		565·2	
76·2		583·6		
49·6	721·7	576·2	559·1	

VIII.

$$W = 100000 \quad T = 16^\circ, \quad \varphi = 211.0$$

$b$		$R$		
18.6		494.1		
	725.2		476.8	$\delta = 17.5, \quad B = 675.4$
40.0		494.6		$a = 18.25$
	726.5		478.4	$\Phi = 37020$
51.6		497.4		$D = 1.000587$
	726.5		480.7	
64.8		498.6		
	726.5		482.8	
79.0		501.1		
50.8	726.2	497.2	479.7	

IX.

$$W = 100000, \quad T = 16^\circ, \quad \varphi = 210.5$$

$b$		$R$		
18.6		617.3		
	726.5		632.7	$\delta = 17.2, \quad B = 675.8$
43.4		613.5		$a = 17.93$
	727.1		628.5	$\Phi = 36940$
51.6		609.9		$D = 1.000577$
	727.1		626.6	
64.2		608.2		
	727.1		624.6	
78.2		605.7		
51.2	727.0	610.9	628.1	

X.

$$W = 100000, \quad T = 16, \quad \varphi = 209.9$$

$b$		$R$		
16.6		545.8		
	727.5		529.0	$\delta = 17.1, \quad B = 674$
48.8		547.0		$a = 17.83$
	727.5		530.1	$\Phi = 36840$
53.6		549.0		$D = 1.000575$
	725.5		532.6	
67.8		549.2		
81.4	727.5	550.1	532.6	
53.5	727.5	548.2	531.1	

## XI.

$$W = 100000, \quad T = 16 \cdot 4, \quad \varphi = 210 \cdot 0$$

<i>b</i>		R		
220		559·4		
	727·6		547·4	$\delta = 13 \cdot 04, \quad B = 494 \cdot 5$
219·4		561·1		$a = 13 \cdot 59$
	727·6		548·3	$\Phi = 36850$
230·4		562·0		$D = 1 \cdot 000600$
	727·6		549·3	
243·8		562·1		
	727·6		548·7	
252·0		562·7		
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
233·1	727·6	561·46	548·42	

## XII.

$$W = 100000, \quad T = 16 \cdot 4, \quad \varphi = 210$$

<i>b</i>		R		
212·8		564·7		
	728·0		549·2	$\delta = 13 \cdot 1, \quad B = 482 \cdot 2$
240·2		563·4		$a = 13 \cdot 65$
	728·0		550·7	$\Phi = 36850$
249·6		564·2		$D = 1 \cdot 000618$
	728·4		551·9	
258·6		564·0		
	728·4		553·7	
268·8		566·1		
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
246·0	728·2	564·5	551·4	

## XIII.

$$W = 10000, \quad T = 16 \cdot 4, \quad \varphi = 209 \cdot 7$$

<i>b</i>		R		
216·0		565·5		
	727·9		579·8	$\delta = 14 \cdot 0, \quad B = 488 \cdot 2$
231·8		568·3		$a = 14 \cdot 58$
	728·1		580·6	$\Phi = 36790$
240·8		565·6		$D = 1 \cdot 000653$
	728·1		578·6	
250·4		566·9		
	728·5		579·5	
260·4		561·5		
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
240·0	728·2	565·6	579·6	

XIV.

$$W = 100000, \quad T = 16.4, \quad \varphi = 209.7$$

$b$		$R$		
222.4		564.8		
	728.3		577.9	$\delta = 12.55, \quad B = 475.6$
247.8		563.4		$a = 13.08$
	728.3		577.1	$\Phi = 36790$
255.6		564.4		$D = 1.000601$
	728.5		576.4	
264.0		564.8		
	728.9		571.6	
274.6		558.6		
<hr/>		<hr/>		
252.9	728.5	563.2	575.75	

XV.

$$W = 100470, \quad T = 16.4, \quad \varphi = 209.0$$

$b$		$R$		
204.2		541.9		
	727.3		557.5	$\delta = 13.2, \quad B = 476.5$
238.4		548.2		$a = 13.75$
	727.3		560.7	$\Phi = 36670$
248.8		549.2		$D = 1.000633$
	727.3		564.0	
275.8		552.2		
	727.3		569.0	
286.8		556.4		
<hr/>		<hr/>		
250.8	727.3	549.6	562.8	

XVI.

$$W = 100376, \quad T = 16.7, \quad \varphi = 209.0$$

$b$		$R$		
408.2		542.9		
	726.8		535.9	$\delta = 9.1, \quad B = 290$
437.2		545.0		$a = 9.48$
	726.8		536.1	$\Phi = 36670$
440.8		546.2		$D = 1.000718$
	726.8		535.9	
446.0		542.9		
	726.8		532.5	
451.0		544.1		
<hr/>		<hr/>		
436.8	726.8	544.2	535.1	

## XVII.

$$W = 100376, \quad T = 16 \cdot 7, \quad \varphi = 209$$

<i>b</i>		R		
400		544·7		
	727·0		541·7	$\delta = 6 \cdot 6, \quad B = 292 \cdot 3$
435·6		551 1		$a = 6 \cdot 88$
	727·2		541·8	$\Phi = 36670$
440·8		548·2		$D = 1 \cdot 000478$
	727·2		542·2	
446·4		549·4		
	727·2		541·8	
451·8		549·1		
434·9	727·2	548·5	541·9	

## XVIII.

$$W = 100534, \quad T = 16 \cdot 6, \quad \varphi = 208 \cdot 0$$

<i>b</i>		R		
390·4		555·0		
	725·8		564·1	$\delta = 7 \cdot 9, \quad B = 298 \cdot 7$
428·6		555·6		$a = 8 \cdot 23$
	725·8		563·7	$\Phi = 36500$
434·0		555·4		$D = 1 \cdot 000602$
	725·8		563·3	
438·4		555·4		
	726·2		562·8	
444·4		556·0		
427·2	725·9	555·6	563·5	

## XIX.

$$W = 1000534, \quad T = 16 \cdot 6, \quad \varphi = 208 \cdot 0$$

<i>b</i>		R		
404·0		554·8		
	725·8		564·5	$\delta = 8 \cdot 0, \quad B = 297 \cdot 5$
427·2		555·9		$a = 8 \cdot 33$
	726·8		564·4	$\Phi = 36500$
432·0		456·6		$D = 1 \cdot 000618$
	726·8		563·0	
437·4		556·0		
	726·8		563·6	
444·0		556·3		
429·0	726·5	555·9	563·9	

XX.

$$W = 100514, \quad T = 16.7, \quad \varphi = 208.1$$

$b$		$R$		
412.6		559.8		
	726.4		551.1	$\delta = 7.67, \quad B = 296.0$
428.4		558.5		$a = 7.99$
	725.8		551.9	$\Phi = 36520$
432.0		559.9		$D = 1.000596$
	726.8		554.1	
437.0		561.4		
	726.8		552.3	
442.0		560.2		
430.4	726.4	560.0	552.33	

XXI.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werthe von  $D$  übersichtlich zusammengestellt

$B$	$D$	Mittel $D$
691.4	1.000603	
692.1	597	
689.2	581	1.000592
689.3	593	
534.8	583	
671.0	1.000588	
672.1	574	
675.4	587	1.000580
675.8	577	
674.0	575	
494.5	1.000600	
482.2	618	
488.2	653	1.000621
475.6	601	
476.5	633	
290.0	1.000718	
292.3	478	
298.7	602	1.000602
297.5	618	
296.0	596	

Die aus den Beobachtungen bei verschieden grossen  $B$  abgeleiteten Werthe von  $D$  zeigen, dass die Änderung der Grösse  $D-1$  proportional geht mit der Änderung der Dichte der Luft.

Da mit abnehmendem  $B$  auch  $\delta$  abnimmt, und selbes bei den Beobachtungen der Gruppe IV etwa nur 8 Scth. ausmachte, so ist es erklärlich, dass die Zahlen der zwei letzten Gruppen nicht jene Übereinstimmung unter einander zeigen können, wie die der zwei ersten.

Es empfiehlt sich demgemäss als den richtigen Werth der Dielektricitätsconstante der Luft den Mittelwerth aus den zwei ersten Gruppen d. i.

$$D = 1.000586$$

anzunehmen.

## 2. Wasserstoff.

Der Wasserstoff wurde aus Zink und verdünnter Schwefelsäure entwickelt und mittels einer Lösung von hypermangan-saurem Kali, ferner einer Silbernitratlösung gewaschen und schliesslich vor dem Einlassen in den Condensator durch Schwefelsäure getrocknet.

*LB 33 B. E. — C. B. 6 D. E.*

## XXII.

$$W = 101400, \quad T = 16.7, \quad \varphi = 306.0$$

$b$	$R$	
24.6	455.9	
720.0	446.7	$\delta = 11.7 \quad B = 678.9$
38.0	461.8	$a = 12.19$
724.0	453.2	$\Phi = 53670$
48.0	466.0	$D = 1.000269$
720	453.7	
59.2	467.9	
42.4	721.3	
	462.9	451.2

XXIII.

$$W = 101350, \quad T = 16.7, \quad \varphi = 305.7$$

$b$	R	
20.6	447.6	
706	460.8	$\delta = 12.7, \quad B = 672.1$
38.0	445.2	$a = 13.23$
710	456.8	$\Phi = 53620$
49.0	445.2	$D = 1.000295$
35 9 708.0	446.1 458.8	

XXIV.

$$W = 101350, \quad T = 16.7, \quad \varphi = 316.2$$

$b$	R	
27.6	463.5	
715.0	479.8	$\delta = 11.4, \quad B = 670.0$
34.0	475.6	$a = 11.88$
719.0	479.8	$\Phi = 55430$
44.0	466.1	$D = 1.000257$
698.0	478.5	
57.2	466.7	
40.7 710.7	468.0 479.4	

XXV.

*LB 22 B. E. — CB 4 D. E.*

$$W = 100430, \quad T = 163, \quad \varphi = 209.1$$

$b$	R	
10.6	507.8	
717.5	514.8	$\delta = 7.5, \quad B = 686.3$
40.0	507.8	$a = 7.83$
728.3	514.0	$\Phi = 36680$
49.8	506.3	$D = 1.000251$
735.5	514.2	
62.6	505.3	
40.8 727.1	506.8 514.3	

## XXVI.

$$W = 100530, \quad T = 16 \cdot 3, \quad \varphi = 208 \cdot 9$$

<i>b</i>		R		
20·4		531·0		
	736·5		524·1	$\delta = 7 \cdot 3, \quad B = 679 \cdot 9$
39·0		533·2		$a = 7 \cdot 60$
	734·5		528·0	$\Phi = 36680$
49·6		536·0		$D = 1 \cdot 000246$
	724·7		528·8	
63·0		535·8		
	722·3		528·7	
76·2		537·6		
49·6	729·5	534·7	527·4	

Es ergeben sich aus den einzelnen Beobachtungen folgende Werthe:

$$D = 1000269$$

$$295$$

$$257$$

$$251$$

$$246$$

Legt man jedem dieser Werthe ein der Anzahl der Beobachtungen der betreffenden Reihe und ein der Grösse von  $\delta$  entsprechendes Gewicht bei, so bekommt man als schliesslichen Werth für den Wasserstoff

$$D = 1 \cdot 000264$$

## 3. Kohlensäure.

Dargestellt aus Marmor und Salzsäure, gewaschen mittels einer Lösung von doppelkohlensaurem Natron und getrocknet durch Schwefelsäure.

LB 22 B. E. — CB 4 D. E.

XXVII.

$W = 95760, T = 16.2, \varphi = 213.4$

<i>b</i>		<i>R</i>		
25.6		567.9		
	706.0		597.1	$\delta = 28.1, B = 635.7$
59.0		573.3		$a = 29.28$
	718.4		597.4	$\Phi = 37430$
74.4		558.0		$\Phi = 1.000991$
	722.0		581.0	
86.0		545.5		
	672.0		565.8	
99.6		542.1		
68.9	704.6	557.4	585.5	

XXVIII.

$W = 96300, T = 16.2, \varphi = 212.1$

<i>b</i>		<i>R</i>		
33.0		529.5		
	718		506.5	$\delta = 27.5, B = 651.8$
52.0		546.4		$a = 28.65$
	708		519.2	$\Phi = 37200$
69.0		549.6		$D = 1.000951$
	701		528.1	
75.0		556.2		
57.2	709	545.4	517.9	

XXIX.

$W = 98100, T = 15.4, \varphi = 212.6$

<i>b</i>		<i>R</i>		
37.0		546.1		
	726.3		577.5	$\delta = 29.8, B = 672.1$
57.6		548.2		$a = 31.05$
	736.1		578.1	$\Phi = 37310$
66.6		549.0		$D = 1.0000996$
	734.0		579.6	
78.6		551		
60.0	732.1	548.6	578.4	

## XXX.

$$W = 97760, \quad T = 16, \quad \varphi = 212.5$$

$b$		$R$		
39.0		537.2		
	737.5		506.3	$\delta = 29.6, \quad B = 667.2$
63.0		536.1		$a = 80.84$
	736.5		505.4	$\Phi = 37300$
70.2		534.8		$D = 1.000996$
	735.5		504.3	
80.2		533.5		
	735.5		503.5	
93.0		531.6		
<hr/>				
69.0	736.2	534.5	504.9	

Wir erhalten also die Werthe

$$D = 1.000991 \quad D = 1.000996$$

$$951 \quad 996$$

Daraus ergibt sich für die Kohlensäure

$$D = 1.000985$$

## 4. Kohlenoxydgas.

Dargestellt durch Erwärmung eines Gemisches von Oxalsäure und Schwefelsäure. Gereinigt durch Kalkmilch und Kalilauge, getrocknet durch Schwefelsäure.

*LB 22 B. E. — CB 4 D. E.*

## XXXI.

$$W = 100200, \quad T = 16.3, \quad \varphi = 210.9$$

$b$		$R$		
26.8		535.1		
	706.4		513.0	$\delta = 22.5, \quad B = 646.5$
51.6		513.0		$a = 23.44$
	707.0		516.0	$\Phi = 37010$
64.2		539.1		$D = 1.000790$
	709.8		518.2	
77.0		540.7		
	711.4		517.3	
91.0		542.3		
<hr/>				
62.1	708.6	538.6	516.1	

## XXXII.

$$W = 100300, \quad T = 16.4, \quad \varphi = 211.7$$

$b$	$R$	
27.0	544.4	
717.0	567.2	$\delta = 23.5, \quad B = 658.3$
56.6	540.7	$a = 24.47$
723.8	561.4	$\Phi = 37150$
68.8	537.3	$D = 1.000807$
725.8	558.4	
82.0	530.7	
727.8	554.3	
93.0	531.0	
65.5	723.8	536.8
		560.3

## XXXIII.

$$W = 100480, \quad T = 16.7, \quad \varphi = 211.3$$

$b$	$R$	
31.8	551.7	
731.4	527.4	$\delta = 23.1, \quad B = 668.2$
53.6	548.5	$a = 24.06$
727.6	523.6	$\Phi = 37080$
65.0	549.0	$D = 1.000783$
728.2	525.7	
76.4	546.5	
727.4	528.8	
91.0	552.0	
60.4	728.6	549.5
		526.4

Bei den soeben angeführten Beobachtungsreihen wurde das Kohlenoxydgas bald nach der Darstellung untersucht. Da es unter Wasser aufgefangen wurde, so war es im Recipienten mit Wasserdampf gesättigt und hatte wahrscheinlich eine beträchtlich höhere Temperatur als die Condensatorplatten. Beim Hineinleiten in den Condensator strich es ziemlich rasch durch den Trockenapparat, und es war möglich, dass ihm nur ein kleiner Theil der Feuchtigkeit entzogen wurde. Im Condensator kühlte sich das

Gas rasch bis auf die Temperatur der Platten ab und ein Theil des Wasserdampfes schlug sich vielleicht an den Platten nieder, was dann den Werth der Dielektricitätsconstante zu gross erscheinen liess.

Um einer solchen möglichen Fehlerquelle zu entgehen, liess ich von nun an das Gas nach der Darstellung etwa zwei Stunden lang in einem kalten Raume stehen, so dass es sich nahezu auf  $0^\circ$  abkühlte und nur mehr wenig Wasserdampf enthielt. Überdies wurde auch der Trocknung eine grössere Sorgfalt gewidmet. Die soeben erwähnte Vorsichtsmaßregel wurde natürlich auch bei anderen Gasen angewendet. In den nachfolgenden zwei Tabellen sind die unter diesen Umständen erhaltenen Resultate für das Kohlenoxydgas enthalten.

## XXXIV.

$$W = 100000, \quad T = 17.0, \quad \varphi = 207.3$$

<i>b</i>		R		
27.0		559.0		
	696.0		539.4	$\delta = 19.2, \quad B = 633.1$
61.4		559.0		$a = 20.0$
	689.6		538.8	$\Phi = 36460$
65.4		557.0		$D = 1.000699$
	691.8		542.8	
78.2		564.0		
	712.0		545.7	
88.8		565.3		
64.2	697.3	560.9	541.7	

## XXXV.

$$W = 100000, \quad T = 17^\circ, \quad \varphi = 207.6$$

<i>b</i>		R		
29.6		533.7		
	703.5		547.8	$\delta = 19.6, \quad B = 652.2$
63.2		526.9		$a = 20.42$
	728.1		547.4	$\Phi = 36430$
74.2		525.9		$D = 1.000692$
	728.3		546.9	
84.6		525.7		
	728.1		545.4	
97.2		524.1		
69.8	722.0	527.3	546.9	

Aus den zwei letzten Beobachtungen ergibt sich also in der That ein kleinerer Werth für  $D$  als aus den drei ersten. Es folgt als Mittel aus den zwei letzten Werthen für Kohlenoxydgas

$$D = 1.000695$$

### 5. Stickoxydulgas.

Dargestellt aus salpetersaurem Ammoniak. Gereinigt mittels einer Eisenvitriollösung und getrocknet durch Schwefelsäure.

*LB 22 B. E. — CB 4. D. E.*

#### XXXVI.

$$W = 100360, \quad T = 16.8, \quad \varphi = 209.7$$

$b$	R	
28.0	571.0	
724.2	537.3	$\delta = 33.7, \quad B = 665.4$
56.4	568.9	$a = 35.12$
725.8	534.3	$\Phi = 36790$
67.8	567.0	$D = 1.001156$
721.4	534.4	
81.4	569.0	
58.4 723.8	569.0 535.3	

#### XXXVII.

$$W = 100360, \quad T = 16.8, \quad \varphi = 209.6$$

$b$	R	
33.0	602.0	
697.3	633.5	$\delta = 30.5, \quad B = 608.9$
63.6	600.2	$a = 31.8$
679.3	630.9	$\Phi = 36780$
72.6	599.0	$D = 4.001141$
684.7	628.8	
89.0	598.5	
663.3	627.9	
103.0	599.1	
72.2 681.1	599.8 630.3	

## XXXVIII

$$W = 97630. \quad T = 14 \cdot 5, \quad \varphi = 213 \cdot 1$$

$b$	R		
42·6	529·8	565·4	$\delta = 35 \cdot 9, \quad B = 670 \cdot 5$
723·7		532·7	$a = 37 \cdot 4$
58·0		569·1	$\Phi = 37380$
731·3		530·2	$D = 1 \cdot 001193$
64·2		563·8	
735·9		528·1	
74·6			
59·8	730·3	530·2	566·1

## XXXIX

$$W = 97830, \quad T = 14 \cdot 5, \quad \varphi = 2131$$

$b$	R		
42·4	546·7	515·9	$\delta = 34 \cdot 2, \quad B = 666 \cdot 1$
732·5		553·2	$a = 35 \cdot 64$
56·0		520·8	$\Phi = 37380$
730·7		555·1	$D = 1 \cdot 001146$
65·1		522·4	
733·9		560·3	
77·2		529·6	
733·1		566·1	
91·1			
66·4	732·5	556·4	522·2

Aus den vier Werthen

1·001156

1144

1193

1146

ergibt sich für das Stickoxydulgas

$$D = 1 \cdot 001158$$

### 6. Ölbildendes Gas.

Dargestellt durch Erhitzung von Schwefelsäure und Alkohol. Gereinigt durch Schwefelsäure und Kalilauge. Getrocknet durch Chlorcalcium.

L. B. 22. B. E. — CB 4. D. E.

XL

$$W = 100360, \quad T = 16.1, \quad \varphi = 209.5$$

$b$	$R$	
33.6	505.5	
723.1	467.2	$\delta = 38.9, \quad B = 652.5$
56.0	508.3	$a = 40.5$
711.5	467.8	$\Phi = 36760$
66.0	510.7	$D = 1.001357$
678.6	473.0	
51.9 704.4	508.2 469.3	

XLI.

$$W = 100530, \quad T = 16.1, \quad \varphi = 210.0$$

$b$	$R$	
28.0	522.6	
695.1	564.6	$\delta = 42.4 \quad B = 651.9$
53.6	522.3	$a = 44.16$
720.3	566.3	$\Phi = 36840$
71.8	522.6	$D = 1.001478$
714.1	564.0	
79.2	523.0	
58.1 710	522.6 565.0	

XLII

$$W = 100530, \quad T = 16.1, \quad \varphi = 210.0$$

$b$	$R$	
26.0	518.3	$\delta = 45.0, \quad B = 6618$
710.0	568.0	$a = 46.86$
69.0	525.1	$\Phi = 36840$
734.5	568.1	$D = 1.001546$
86.2	524.2	
60.4 722.2	522 5 567.5	

Aus den drei Werthen

1·001357

1478

1546

folgt für das ölbildende Gas

$$D = 1·001456$$

7. Sumpfgas.

Dargestellt durch Erhitzen eines Gemenges von essigsaurem Natron, Natronhydrat und Kalkhydrat. Gewaschen durch Kalilauge. Getrocknet durch Schwefelsäure.

LB 22 B. E. — CB 4 D. E.

XLIII

$$W = 100854, \quad T = 16·4, \quad \varphi = 207$$

<i>b</i>	R		
13·4	703·3	542·7	
51·6	699·4	513·5	$\delta = 25·6, \quad B = 622·1$
59·6	689·2	538·9	$a = 26·67$
69·6	617·8	515·0	$\Phi = 36330$
82·2	545·0	541·4	$D = 1·000951$
		516·4	
		545·6	
		523·5	
		545·0	
<hr/>			
55·3	677·4	542·8	517 1

XLIV

$$W = 100854, \quad T = 16·4, \quad \varphi = 206·6$$

<i>b</i>	R		
16·4	727·1	538·6	
49·8	722·1	570·8	$\delta = 27·6, \quad B = 668·0$
61·0	725·9	543·1	$a = 28·75$
72·4	725·5	545·8	$\Phi = 36250$
86·6	546·6	571·8	$D = 1·000956$
		571·4	
		546·7	
		573·2	
		546·6	
<hr/>			
57·2	725·2	544·2	571 8

Als Mittel der zwei Werthe

$$1 \cdot 000951$$

$$956$$

folgt für das Sumpfgas

$$D = 1 \cdot 000953$$

Bei den nachfolgenden Versuchen zur Bestimmung der Dielektricitätsconstante einiger Dämpfe wurden die betreffenden Flüssigkeiten in Eprouvetten gebracht, deren offenes Ende etwas ausgezogen war; an dieses wurde ein kurzes Stück eines fest schliessenden Kautschuckschlauches angesetzt und die Eprouvette mittels desselben mit der Mündung  $o$  verbunden.

Sämmtliche Flüssigkeiten erhielt ich vom hiesigen chemischen Institute; sie wurden mir als rein und wasserfrei bezeichnet.

Die bekannte Thatsache, dass ein Theil des Dampfes an der Oberfläche der festen Körper condensirt wird, war auch hier leicht zu beobachten und es fragt sich, ob nicht etwa die Condensation an der Oberfläche der Condensatorplatten einen constanten Fehler bei den Bestimmungen der Dielektricitätsconstante mit sich bringt. Die an den Platten condensirte Schichte, kann ja entweder den Einfluss haben, dass sie die Distanz der Platten gewissermassen verkleinert, oder den, dass ein Theil des dielektrischen Mittels eine höhere Dielektricitätsconstante besitzt, als es die des untersuchten Dampfes ist. In beiden Fällen würde die Beobachtung zu grosse Werthe für  $D$  liefern. Die Frage nach einem solchen Einflusse ist jedoch durch Beobachtungen bei verschiedener Distanz der Condensatorplatten leicht zu entscheiden. — Ich habe daher alle Dämpfe mit Ausnahme des Schwefelkohlendampfes auch bei einer grösseren Plattendistanz (0·315 Cm.) untersucht und werde die betreffenden Tabellen mit „vergr. Pld.“ bezeichnen.

## 8. Schwefelkohlenstoffdampf.

*LB 22 B. E. — CB 4. D. E.*

## XLV

$$W = 95000, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 216.4$$

<i>b</i>		<i>R</i>		
36.8		459.5		
	128.8		466.6	$\delta = 10.9, \quad B = 84.1$
49.6		452.5		$a = 11.36$
	136.8		458.7	$\Phi = 37960$
54.0		443.7		$D = 1.00286$
	134.8		450.0	
57.2		434.4		
49.4	133.5	447.5	458.4	

## XLVI

$$W = 95300, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 215.8$$

<i>b</i>		<i>R</i>		
34.4		471.5		
	123.4		462.6	$\delta = 11.7, \quad B = 90.5$
48.8		467.9		$a = 12.19$
	151.6		463.7	$\Phi = 37850$
54.8		480.2		$D = 1.00286$
	147.0		466.1	
63.0		483.7		
50.2	140.7	475.8	464.1	

## XLVII

$$W = 95800, \quad T = 16, \quad \varphi = 210.1$$

<i>b</i>		<i>R</i>		
29.4		514.2		
	123.6		504.9	$\delta = 11.2, \quad B = 85.4$
40.4		518.6		$a = 11.67$
	127.0		509.5	$\Phi = 36840$
45.0		523.7		$D = 1.00298$
	130.4		514.7	
51.6		527.1		
41.6	127.0	520.9	509.7	

Stellen wir die Werthe zusammen

1·00286

286

298

so ergibt sich als Mittel derselben für den Schwefelkohlenstoff

$$D = 1·00290$$

### 9. Der Dampf der schwefeligen Säure.

Die schwefelige Säure wurde aus Kupfer und Schwefelsäure dargestellt, gereinigt, dann mittels einer Kältemischung in einem hierfür bestimmten gläsernen Apparate in den flüssigen Zustand übergeführt und später aus diesem Apparate direct in den Condensator geleitet.

*LB 22 B. E. — CB 4 D. E.*

#### XLVIII

$$W = 95200, \quad T = 14·5, \quad \varphi = 215·3$$

$b$	$R$		
27·8	568·0	579·5	
54·0	520·0	352 9	$\delta = 208·2, \quad B = 483·8$
58·0	520·0	580·7	$a = 216·9$
69·0	520·0	387·3	$\Phi = 37780$
		593·7	$D = 1·009505$
		387·3	
52·2	536·0	597·2	
		587·8	
		379·6	

#### XLIX

$$W = 95660, \quad T = 14·5, \quad \varphi = 214·6$$

$b$	$R$		
30·6	518 0	520·8	
54·0	536·0	719·4	$\delta = 203·5, \quad B = 471 1$
61·0	522·0	515·1	$a = 212·0$
71·0		714·5	$\Phi = 37640$
		501·5	$D = 1·009566$
		692·7	
54·2	525·3	489·6	
		505·4	
		708·9	

Um zu constatiren, ob nicht etwa die sehr kalte schwefelige Säure die Condensatorplatten und Kamcasseplättchen derart abkühlt, dass dies einen merklichen Beobachtungsfehler mit sich bringen würde, so leitete ich bei dem nachfolgenden Versuche dieselbe vor dem Eintritte in den Condensator durch ein langes Bleirohr, welches vielfach gewunden im Wasser, dass eine Temperatur von 39° C. hatte, lag. Es ergab sich keine merkliche Differenz zwischen der früheren und der jetzigen Bestimmung.

## L

$$W = 96900, \quad T = 15, \quad \varphi = 212.0$$

$b$	R		
44.0	585.4		
492.0	392.5	$\delta = 177.4,$	$B = 416.0$
70.0	563.0	$a = 184.8$	
467.0	391.0	$\Phi = 37200$	
61.0	563.0	$D = 1.009574$	
471.8	389.7		
69.0	562.5		
61.0	477.0	568.5	391.1

Vergrösserte Plattendistanz.

$$LB \ 15 \ B. \ E. + 12 \ L. \ E. - CB. \ 1 \ D. \ E.$$

## LI

$$W = 108330, \quad T = 16, \quad \varphi = 48.1$$

$b$	R		
27.0	631.8		
433.0	601.1	$\delta = 34.0,$	$B = 377.5$
58.4	642.8	$a = 35.36$	
439.8	610.2	$\Phi = 8327$	
70.4	646.6	$D = 1.009046$	
436.8	613.4		
80.0	647.5		
59.0	436.5	642.2	608.2

LII

$$W = 108600, \quad T = 16 \cdot 2, \quad \varphi = 47 \cdot 9$$

$b$	$R$		
34·6	625·1		
309·9		651·3	$\delta = 23 \cdot 5, \quad B = 252 \cdot 5$
62·2	629·0		$a = 24 \cdot 44$
320·0		653·8	$\Phi = 8312$
70·0	631·1		$D = 1 \cdot 009380$
309·9		652·9	
76·2	631·6		
60·8	313·3	629·2	652·7

Wir erhalten also bei der kleineren Plattendistanz die Werthe

$$\begin{aligned} &1 \cdot 009505 \\ &9566 \\ &9574 \end{aligned}$$

und bei der grösseren

$$\begin{aligned} &1 \cdot 009046 \\ &9380 \end{aligned}$$

Die letzten Werthe sind wohl etwas kleiner als die ersten; eine Störung durch die condensirte Schichte lässt sich jedoch daraus und auch aus den später mit andern Dämpfen erhaltenen Resultaten nicht nachweisen; wir nehmen daher das Mittel aus den drei ersten Zahlen

$$D = 1 \cdot 009548$$

als den Werth der Dielektricitätsconstante für den Dampf der schwefeligen Säure an.

## 10. Chloräthyl dampf.

LB 5 B. E. + 10 E. von der Tauchb. + 12 B. E. CB. 8 D. E.

## LIII

$$W = 95000, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 215.6$$

$b$		$R$		
27.6		515.0		
	148.4		439.0	$\delta = 84.3, \quad B = 121$
48.0		511.8		$a = 87.8$
	175.4		420.7	$\Phi = 37840$
51.0		511.4		$D = 1.01541$
	190.4		421.6	
75.0		507.6		
<hr/>		<hr/>		
50.4	171.4	511.4	427.1	

## LIV

$$W = 95400, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 215.2$$

$b$		$R$		
26.0		491.5		
	198.8		600.2	$\delta = 104.1, \quad B = 152.3$
44.4		482.1		$a = 108.46$
	210.0		585.0	$\Phi = 37740$
50.0		465.3		$E = 1.01518$
	180.0		542.8	
55.4		448.7		
<hr/>		<hr/>		
44.0	196.3	471.9	576.0	

## LV

$$W = 99430, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 208.7$$

$b$		$R$		
16.6		496.8		
	173.0		588.3	$\delta = 99.0, \quad B = 141.8$
49.2		495.5		$a = 103.2$
	193.0		527.2	$\Phi = 36620$
50.1		427.2		$D = 1.01598$
	198.0		514.1	
54.6		402.4		
<hr/>		<hr/>		
32.9	173.4	496.1	588.3	
52.3	195.5	414.8	520.7	

<sup>1</sup> Es trat eine Unregelmässigkeit im Gange der Stimmgabel ein; nachdem dieselbe behoben war, zeigte sich eine beträchtliche Ruhelage-

Vergr. Pld. *LB* 15 *B. E.* + 12 *L. E.* — *CB* 1 *D. E.*

LVI

$$W = 109430, \quad T = 15.6, \quad \varphi = 47.5$$

$b$	$R$	
51.6	628.0	
266.3	661.0	$\delta = 30.9, \quad B = 204.8$
52.2	628.5	$a = 32.13,$
253.9	658.3	$\Phi = 8223$
59.6	628.8	$D = 1.01532$
264.3	658.5	
63.6	628.4	
56.7	261.5	628.4
		659.3

LVII

$$W = 109090, \quad T = 16.0, \quad \varphi = 47.6$$

$b$	$R$	
24.0	634.5	
202.4	609.3	$\delta = 20.2, \quad B = 138.8$
57.6	631.4	$a = 22.88$
196.4	612.9	$\Phi = 8240$
65.0	632.3	$D = 1.01607$
180.4	615.6	
70.7	633.0	
54.3	193.1	632.8
		612.6

Werthe für  $D = 1.01541$  }  
 1518 } bei der kleineren Pld.  
 1598 }  
 1532 } bei der grösseren Pld.  
 1603 }

Es folgt daraus für Chlorathyldampf

$$D = 1.01552$$

---

verschiebung, so dass die ganze Beob. in zwei Partien getheilt werden musste.

## 11. Bromäthylidampf.

LB 22 B. E. CB 4 D. E.

## LVIII.

$$W = 94800, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 215.8$$

$b$		$R$		
37.4		529.5		
	109.4		476.8	$\delta = 57.3, \quad B = 82.2$
43.0		520.4		$a = 59.70$
	130.0		458.9	$\Phi = 37850$
41.6		517.2		$D = 1.01541$
	135.2		452.5	
48.8		513.0		
42.7	124.9	520.0	462.7	

## LIX.

$$W = 94800, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 215.7$$

$b$		$R$		
32.4		530		
	126.4		465.7	$\delta = 57.9, \quad B = 83.9$
47.4		520.5		$a = 60.33$
	132.0		461.5	$\Phi = 37840$
46.6		520.2		$D = 1.01524$
	126.8		565.7	
51.8		518.2		
45.5	128.4	522.2	464.3	

## LX.

$$W = 95300, \quad T = 15.5, \quad \varphi = 214.8$$

$b$		$R$		
31.0		536.5		
	107.6		591.9	$\delta = 44.2, \quad B = 62.4$
43.4		545.5		$a = 46.06$
	106.4		587.1	$\Phi = 37690$
45.4		543.4		$D = 1.01573$
	100.2		579.3	
49.6		542.1		
42.3	104.7	541.9	586.1	

Vergr. Pld. *LB.* 15. *B. E.* + 12 *L. E.* — *CB.* 1 *D. E.*

LXI.

$$W = 109430, \quad T = 15.8, \quad \varphi = 47.5$$

$b$	$R$	
29.8	598.6	
125.6	613.4	$\delta = 13.0, \quad B = 85.5$
47.2	602.5	$a = 13.52$
128.6	615.1	$\Phi = 8223$
53.6	603.8	$D = 1.01546$
146.6	618.5	
62.0	605.8	
48.1	133.6	602.7
	615.7	

LXII

$$W = 109430, \quad T = 15.8, \quad \varphi = 47.5$$

$b$	$R$	
51.6	639.6	
130.8	627.4	$\delta = 12.1, \quad B = 83.2$
57.6	637.0	$a = 12.58$
138.6	625.4	$\Phi = 8223$
65.0	636.3	$D = 1.01498$
163.2	621.4	
70.0	634.5	
61.0	144.2	636.8
	624.7	

Wir erhalten also die Werthe

$$\begin{array}{l}
 1.01541 \\
 1524 \\
 1573
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1.01541 \\ 1524 \\ 1573 \end{array}} \right\} \text{ bei der kleineren Pld.}$$

$$\text{und } \begin{array}{l} 1.01546 \\ 1496 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1.01546 \\ 1496 \end{array}} \right\} \text{ bei der grösseren Pld.}$$

Daraus ergibt sich für Bromäthyl dampf

$$D = 1.01546$$

## 12. Ätherdampf.

LB 14 B. E. + 12 L. E. — CB 4 D. E.

## LXIII.

 $W = 96170$ ,  $T = 16\cdot5$ ,  $\varphi = 341\cdot2^1$ 

$b$		$R$		
36·0		498·9		
	193·3		582·0	$\delta = 71\cdot1$ , $B = 136\cdot2$
58·4		514·6		$a = 74\cdot1$
	187·5		584·4	$\Phi = 59850$
66·0		527·7		$D = 1\cdot00732$
	202·3		600·5	
72·6		530·5		
58·2	194·4	517·9	589·0	

## LXIV

 $W = 96170$ ,  $T = 16\cdot5$ ,  $\varphi = 341\cdot2$ 

$b$		$R$		
51·6		467·0		
	173·6		402·3	$\delta = 59\cdot1$ , $B = 109\cdot7$
64·2		458·5		$a = 61\cdot58$
	172·0		398·9	$\Phi = 59850$
68·2		460·5		$D = 1\cdot00755$
	175·6		409·5	
71·8		465·0		
64·0	173·7	462·7	403·6	

Vergr. Pld.

## LXV.

 $W = 109430$ ,  $T = 16^\circ$   $\varphi = 47\cdot6$ 

$b$		$R$		
61·0		654·4		
	221·4		643·5	$\delta = 11\cdot3$ , $B = 155\cdot7$
67·8		655·1		$a = 11\cdot75$
	236·8		643·1	$\Phi = 8240$
73·6		655·3		$D = 1\cdot00736$
	218·8		645·1	
77·6		656·0		
70	225·7	655·2	643·9	

<sup>1</sup> Das Galvanometer war empfindlicher wie in den früheren Fällen.

LXVI.

$$M = 100430, \quad T = 16, \quad \varphi = 47.9$$

$b$	R	
47.0	612.2	$\delta = 10.0, \quad B = 137.9$ $a = 10.4$ $\Phi = 8292$ $D = 1.00731$
202.4	623.6	
58.4	613.3	
197.8	623.7	
65.0	613.9	
195.0	623.2	
71.6	614.6	
60.5	198.4	
613.5	623.5	

Es ergaben sich die Werthe

$$\left. \begin{array}{l} 1.00732 \\ 755 \end{array} \right\} \text{ bei der kleineren Pld.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1.00736 \\ 731 \end{array} \right\} \text{ bei der grösseren Pld.}$$

Es ist also für den Ätherdampf

$$D = 1.00743$$

### Vergleich der Dielektricitätsconstanten mit den Lichtbrechungsexponenten.

Nach der elektromagnetischen Lichttheorie von Maxwell soll die Quadratwurzel aus dem Verhältnisse der Dielektricitätsconstanten zweier Substanzen gleich sein dem Verhältnisse ihrer Lichtbrechungsexponenten, falls die Magnetisirungsconstanten dieser Substanz mit hinlänglicher Genauigkeit gleich sind. Letztere Bedingung ist bei den Gasen erfüllt, und es haben bereits die Versuche Boltzmann's bei sieben Gasen obige aus der elektromagnetischen Lichttheorie folgende Relation bestätigt. Die vorliegende Untersuchung hat für dieselben sieben Gase ein gleiches Resultat geliefert und überdies die Richtigkeit obiger Beziehung auch für den Dampf des Schwefelkohlenstoffs erwiesen. Die geringen Abweichungen, die die einzelnen Substanzen zeigen, erklären sich theils durch die noch nicht genügende Vollkommenheit der Methode, theils aber auch durch die Unreinheit der untersuchten Gase. Die Thatsache allein, dass die Gase unter Wasser auf-

gefangen wurden, bringt ja schon gewisse Fehlerquellen mit sich. Berücksichtigt man diese Umstände, so wird man die Übereinstimmung als eine sehr befriedigende bezeichnen können.

Um die Übereinstimmung noch exacter zu machen, respective kleine Abweichungen mit Sicherheit festzustellen, wird es in Zukunft unerlässlich sein, die Beobachtungsmethode noch zu vervollkommen, und gleichzeitig mit den Bestimmungen der Dielektricitätsconstante auch die des Lichtbrechungsexponenten, und zwar mit derselben Gassorte auszuführen.

Was die übrigen vier Dämpfe anbelangt, so genügen ihre Dielektricitätsconstanten der theoretischen Relation nicht. Diese Substanzen besitzen wahrscheinlich eine gewisse Leitungsfähigkeit und dürften in die Kategorie jener Körper gehören, welche bei verschiedener Ladungsdauer auch verschiedene Werthe für  $D$  ergeben. Eine Untersuchung dieser Dämpfe nach der elektrometrischen Methode wäre daher nicht ohne Interesse.

In der nachfolgenden Tabelle (S. pag. 759) sind die  $\sqrt{D}$  und die Brechungsexponenten  $n$  nach Mascart zusammengestellt; auch sind die von den Herren Boltzmann, dann Ayrton und Perry erhaltenen Werthe angeführt.

### **Über eine vortheilhafte Abänderung dieser Beobachtungsmethode.**

Die hier benützte Art der Compensation zeichnet sich durch eine grosse Einfachheit aus, bringt jedoch mehrere Übelstände mit sich, die zuweilen die Genauigkeit des Resultates beeinträchtigen. Man ist nämlich bei der Compensation abhängig von der elektromotorischen Kraft der Ladungs- und Compensationsbatterie von den Widerständen im Compensationskreise, wozu auch die Galvanometerrolle gehört, und vom Gange der Stimmgabel. Jede Änderung einer dieser Grössen setzt die Galvanometernadel in Bewegung. Eine solche Bewegung ist aber selten vollkommen gleichmässig und das bringt immer Fehler mit sich. Es ist daher wünschenswerth der Gefahr einer derartigen Störung der Resultate auszuweichen. Dies dürfte mit Hilfe eines zweiten Luftcondensators von gleicher Capacität gelingen. Beide Condensatoren sollen durch dieselbe Batterie geladen und dann im entgegengesetzten Sinne durch das Galvanometer entladen werden. Die

Klemencič: Experimentaluntersuchung über die Dielektricitätsconstante einiger Gase und Dämpfe.

Fig. 1.

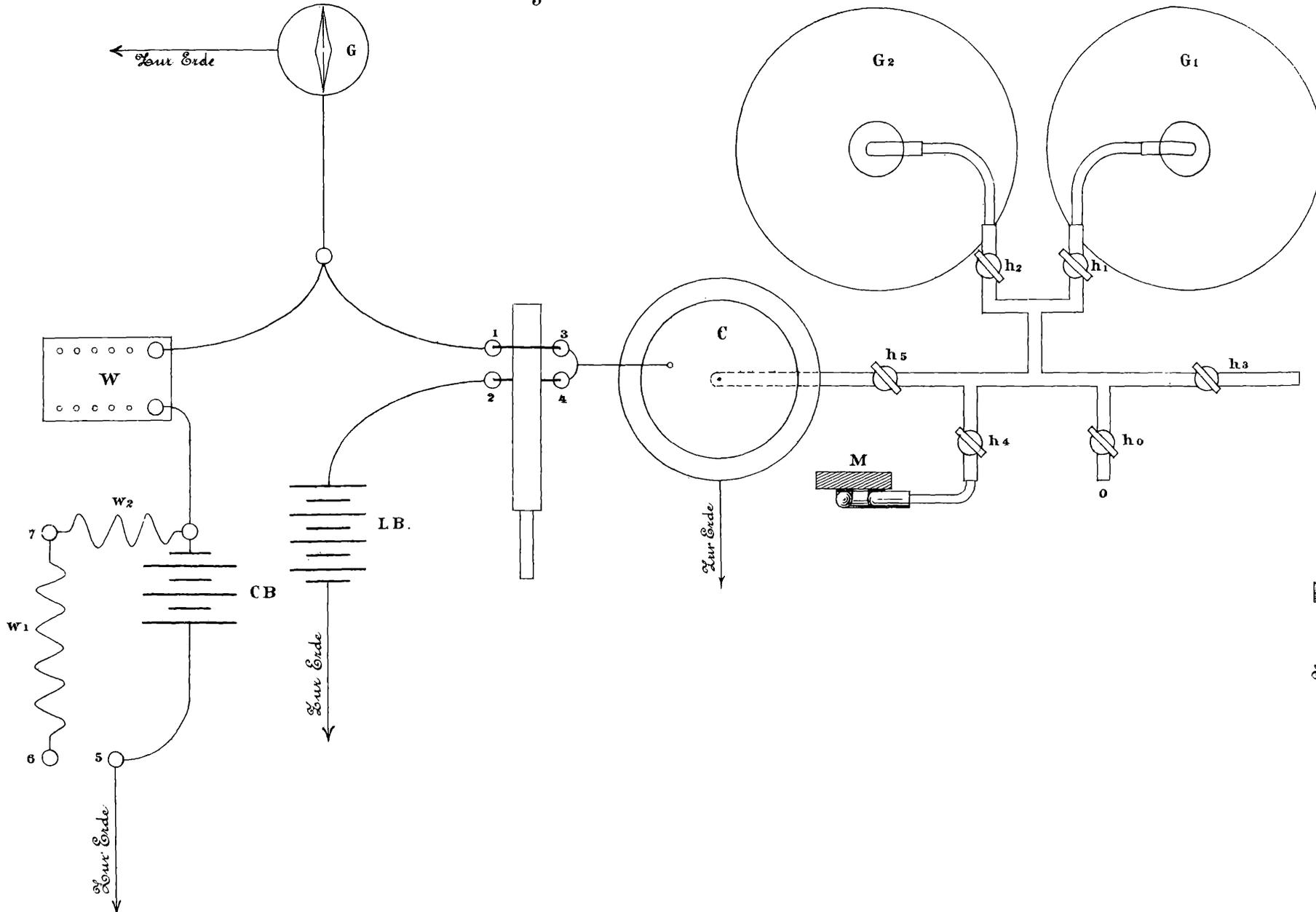
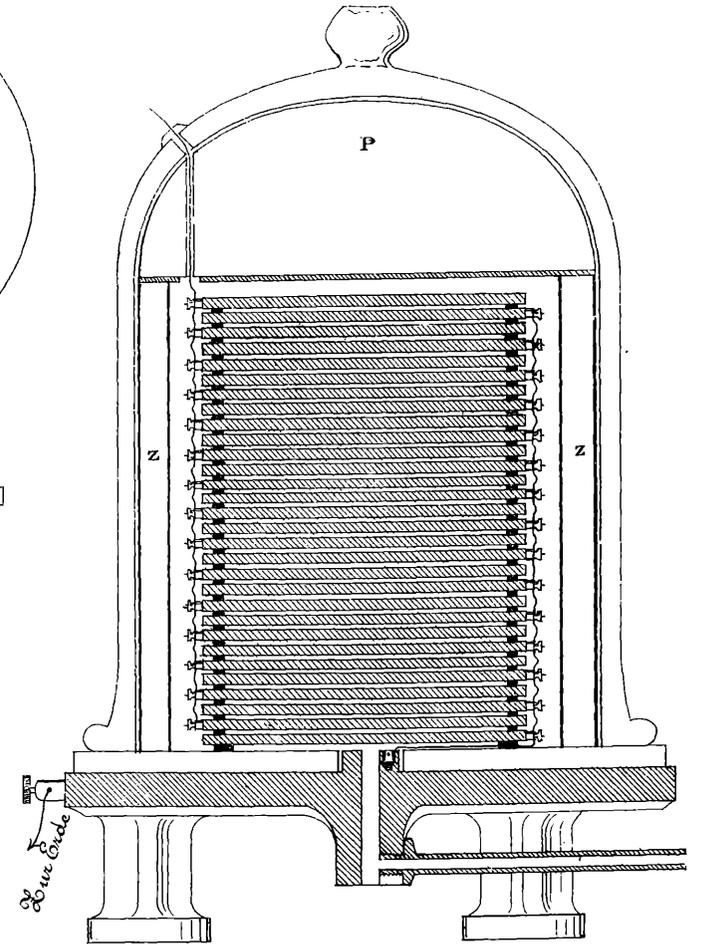


Fig. 2.



1

1

## LXVII.

G a s	$\sqrt{D}$ nach Ayrton und Perry	$\sqrt{D}$ nach Boltzmann	$\sqrt{D}$	$\sqrt{D}$
Athmosphär. Luft . . .	1·000750	1·000295	1·000293	1·0002927
Wasserstoff . . .	1·000650	1·000132	1·000132	1·0001387
Kohlensäure	1·00115	1·000473	1·000492	1·0004544
Kohlenoxyd	—	1·000345	1·000347	1·0003350
Stickoxydul.	—	1·000497	1·000579	1·0005159
Ölbildendes Gas.	—	1·000656	1·000729	1·000720
Sumpfgas.	—	1·000472	1·000476	1·000442
Dampf des Schwefel- kohlenstoffes . . .	—	—	1·001450	1·001478
Dampf der schwefeli- gen Säure . . .	1·00260	—	1·00477	1·0007036
Dampf des Äthers . .	—	—	1·00372	1·001537
Chloräthyls	—	—	1·00776	1·001174
Bromäthyls	—	—	1·00773	1·001218

Ladung und Entladung soll ein und dieselbe Stimmgabel besorgen. In einem solchen Falle ist man von der Änderung der Widerstände und der elektromotorischen Kraft der ladenden Kette, sowie vom Gange der Stimmgabel vollkommen unabhängig. Ich hoffe, dass es mir auf diese Weise gelingen wird, die Genauigkeit bei den Bestimmungen der Dielektricitätsconstanten bedeutend zu erhöhen.

Der hier beschriebene Condensator wurde über Auftrag des Herrn Rgrth. Prof. Dr. Ludwig Boltzmann in der hiesigen elektrotechnischen Anstalt des Herrn Schaschl in vollkommen zufriedenstellender Weise angefertigt. Ich fühle mich verpflichtet, meinem hochverehrten Lehrer und Chef für die Anschaffung des Condensators, Herrn Prof. Dr. L. v. Pebal für die Überlassung der Chemikalien und meinem Freunde und Collegen Herrn Dr. G. Schacherl für die Darstellung der untersuchten Gase den verbindlichsten Dank auszusprechen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [91\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Klemencic Ignaz

Artikel/Article: [Experimentaluntersuchung über die Dielektricitätsconstante einiger Gase und Dämpfe. 712-759](#)