

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTE FOLGE. BAND 19.

1. *Über die Zersetzung des Kohlendioxyds durch die Spitzenentladung; von T. Noda; mitgeteilt von E. Warburg.*

§ 1. Die chemische Wirkung der sogenannten stillen Entladung auf gasförmige Körper ist früher hauptsächlich mit Rücksicht auf die entstandenen Produkte studiert worden. Neuerdings¹⁾ hat man für den Fall der Ozonbildung zugleich die Menge der entladenen Elektrizität sowie die Größe der verwandten Arbeit in Betracht gezogen, und insbesondere bestimmt, wie viele Coulomb zur Bildung von 1 Mol Ozon unter verschiedenen Umständen entladen werden müssen, wenn dabei der Ozongehalt so klein gehalten wird, daß die desozonisierende Wirkung des Stromes auf das entstandene Gasgemisch nicht in Betracht kommt. Um diesen Untersuchungen eine allgemeinere Bedeutung zu verleihen, schien es nötig, dieselben auf andere Gase auszudehnen, und Hr. Noda hat das Kohlendioxyd unter dem angegebenen Gesichtspunkte studiert.

§ 2. Die Zersetzung dieses Gases durch die stille Entladung ist von A. Thenard und B. C. Brodie in Siemensschen mit dem Induktionsapparat betriebenen Ozonisatoren untersucht worden. Bei den ersten Versuchen von Thenard²⁾ wurden 4—8 Proz., bei späteren Versuchen³⁾ bis zu 26,5 Proz. des CO_2 zersetzt und zwar, nach Angabe des Autors, sehr nahe nach der Gleichung $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$. Der gebildete Sauerstoff ist nämlich nach Thenard zwar merklich ozonisiert, aber so schwach, daß eine quantitative Bestimmung nicht möglich ist. Bei den Versuchen von Brodie⁴⁾ hingegen, bei

1) E. Warburg, Ann. d. Phys. 13. p. 464. 1904; 17. p. 1. 1905; A. W. Gray, Ann. d. Phys. 13. p. 477; 15. p. 606. 1904.

2) A. Thenard, Compt. rend. 74. p. 1280. 1872.

3) l. c. 75. p. 118.

4) B. C. Brodie, Phil. Trans. 164. p. 83. 1874.

welchen 1,5—2,7 Proz. CO_2 zersetzt wurden, zeigte es sich, daß im Mittel ungefähr 50 Proz. des freigemachten Sauerstoffs ozonisiert waren. Wenn man die Zersetzung des CO_2 weiter trieb, so nahm die prozentische Menge des Ozons ab.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Thenard das aus der Ozonröhre kommende Gas zuerst der Wirkung von Kalilauge unterwarf, um das unzersetzte CO_2 fortzuschaffen und dann den Ozongehalt bestimmte, während Brodie die Ozonbestimmung durch KJ-Lösung *vor* dem Durchleiten durch die Kalilauge vornahm; Brodie hatte sich nämlich überzeugt, daß Kalilauge eine starke desozonisierende Wirkung ausübt (l. c. p. 98). Die diesbezüglichen Versuche Thenards sind daher nicht beweisend.

§ 3. Bei den Versuchen des Hrn. Noda wurde die Entladung aus metallischen Spitzen angewandt, bei welcher die elektrischen Messungen sich am einfachsten gestalten; ferner die zersetzte Menge nach Andrews und Tait¹⁾ durch die hervorgebrachte Drucksteigerung bestimmt und dabei ein Differentialozonometer²⁾ benutzt. Für die Zersetzung ist nach § 2 die Gleichung

$$(1) \quad \text{CO}_2 = \text{CO} + \frac{1-x}{2} \cdot \text{O}_2 + \frac{1}{8} x \text{O}_3$$

anzunehmen, indem von dem freigemachten Sauerstoff der Bruchteil x ozonisiert ist.

§ 4. Seien n_0 Mol CO_2 ursprünglich vorhanden, davon n_2 zersetzt, n_1 unzersetzt, so daß

$$(2) \quad n_0 = n_1 + n_2.$$

Die Molzahl n nach der Zersetzung ist dann nach (1)

$$n = n_1 + n_2 \left(1 + \frac{1-x}{2} + \frac{1}{8} x \right) = n_1 + n_2 (1,5 - \frac{1}{8} x),$$

oder nach (2)

$$(3) \quad n = n_0 + n_2 (0,5 - \frac{1}{8} x).$$

In dem Differentialozonometer sind das mit CO_2 gefüllte Versuchsgefäß (Volumen V_0) und ein Hilfsgefäß (Volumen V'_0) durch eine U-förmige vertikale mit Sperrflüssigkeit vom spezifischen Gewicht σ_1 gefüllte Kapillare verbunden, deren Volumen pro Zentimeter γ sei. Ist der Druck im Versuchsgefäß vor

1) Th. Andrews u. P. G. Tait, Phil. Trans. (1) **150**. p. 117. 1860.

2) E. Warburg, Ann. d. Phys. **9**. p. 781. 1902.

der Zersetzung p_0 cm Quecksilber bei der Temperatur θ_0 , und ist nach der Zersetzung die Temperatur θ_0 wieder hergestellt, so hat man für die folgenden Versuche hinreichend genau¹⁾

$$(4) \quad \begin{cases} \frac{n}{n_0} - 1 = b \cdot h, \\ h = \frac{\gamma}{V_0} + \frac{\gamma}{V'_0} + 2 \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma} \cdot \frac{1}{p_0}, \end{cases}$$

indem b die Verschiebung in Zentimetern in *einem* Schenkel der Meßkapillare vorstellt, positiv gerechnet, wenn sie auswärts in bezug auf das Versuchsgefäß erfolgt, σ das spezifische Gewicht des Quecksilbers bedeutet.

Aus (3) und (4):

$$(5) \quad n_2 \left(1 - \frac{x}{3}\right) = 2 b h \cdot n_0 = n_2^0,$$

indem n_2^0 die zersetzte Molzahl bedeutet, welche man unter der Annahme, daß kein Ozon gebildet ist, erhielte ($x=0$), und welche die scheinbare zersetzte Molzahl heißen mag. Zu ihrer Berechnung dienen (4), (5) und die Gleichung

$$(6) \quad n_0 = V_0 \cdot \frac{p}{76} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{D^0}{M},$$

wo p , θ Druck und Temperatur im Versuchsgefäß nach der Füllung, $D^0 = 0,001965$ die Dichte des CO_2 unter den Normalverhältnissen, $M = 44$ das Molekulargewicht des CO_2 , $\alpha = 0,00373$ den Ausdehnungskoeffizienten dieses Gases bedeutet.

n_2 Mol CO_2 geben nun $\frac{1}{2} n_2$ Mol O_2 , wird davon der Bruchteil x ozonisiert, so entstehen $\frac{1}{3} n_2 x = n_3$ Mol Ozon. Mithin ist nach (5)

$$(7) \quad n_2 = n_2^0 + n_3.$$

Die wahre zersetzte Molzahl n_2 wird also gefunden, indem man der scheinbaren n_2^0 die Molzahl gebildeten Ozons hinzufügt, welche man durch Analyse (Titrieren) ermittelt. Findet man dabei m_3 g Ozon, so ist

$$(8) \quad \begin{cases} n_3 = \frac{m_3}{48}, \\ x = 3 \cdot \frac{n_3}{n_2}. \end{cases}$$

1) E. Warburg, l. c.

Endlich ist der zersetzte Bruchteil ε des ursprünglich vorhandenen CO_2

$$(9) \quad \varepsilon = \frac{n_2}{n_0}.$$

§ 5. Fig. 1 zeigt das von Hrn. Noda konstruierte Differentialozonometer. Das Versuchsgefäß V enthält den Spitzen-

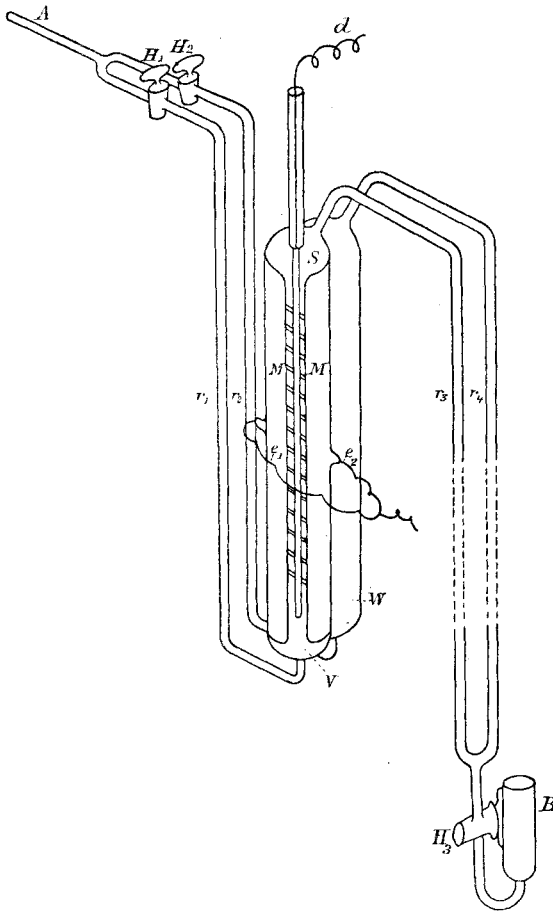


Fig. 1.
 $\frac{1}{8}$ nat. Größe.

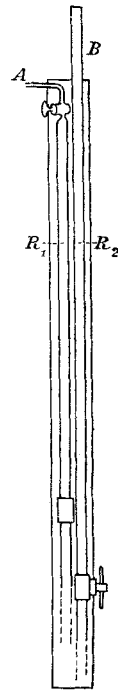


Fig. 2.
 $\frac{1}{12}$ nat. Größe.

apparat, nämlich den 3 mm dicken Kupferdraht S , aus welchem beiderseits je 18, 4,5 mm lange Kupferspitzen hervorragen,

und die beiden Halbzylinder M aus Messingblech, welche eine 6 mm breite Spalte zur Durchsicht zwischen sich lassen. Die Entfernung zwischen Spitzenenden und Halbzylindern betrug 6 mm. Eingeschmolzene Platindrähte d, e vermitteln bez. die Verbindung von S mit der durch Elektromotor betriebenen Vossschen Maschine und die Ableitung der Halbzylinder M über das Drehspulengalvanometer zur Erde. Die Potentialdifferenz der Elektroden wird durch ein Braunsch'sches Elektrometer gemessen. W ist das Hilfsgefäß.

Bei geöffneten Hähnen tritt das CO_2 , im Kippschen Apparat aus Marmor und verdünnter Salzsäure bereitet, durch Schwefelsäure und Chlorcalcium getrocknet¹⁾, bei A ein und bei B aus. Dabei befand sich Paraffinöl in dem Becher B , welches nach dem vierstündigen Durchleiten des Gases erneuert wurde, da es CO_2 absorbiert hatte. Bei geschlossenen Hähnen H_1 und H_2 treibt man durch Blasen durch den geöffneten Hahn H_3 hindurch das Paraffinöl in den Kapillaren r_3, r_4 bis zur halben Höhe hoch und schließt alsdann H_3 .

Um den Druck im Versuchsapparat zu regulieren und zu messen, konstruierte Hr. Noda die Vorrichtung Fig. 2, bestehend aus den beiden unten durch einen 1,5 m langen Kautschukschlauch verbundenen 1,55 cm lichtweiten Röhren R_1 und R_2 . R_1 kann oben durch einen Hahn verschlossen werden, R_2 ist oben bei B offen. Der Apparat stellt, mit einer passenden Quecksilbermenge gefüllt, ein kleines Gasometer dar. Dasselbe wird mit CO_2 gefüllt und dann mit dem Versuchsapparat verbunden, während bei A aus beiden Apparaten ein CO_2 -Strom austritt. Es ist dann leicht, durch Heben oder Senken von R_2 den Druck im Versuchsapparat auf die gewünschte Höhe zu bringen und alsdann zu messen; dabei werden durch Handhaben der Hähne H_1 und H_2 die Ölsäulen in r_3 und r_4 auf gleiche Höhe gebracht.

Demnächst schließt man die Hähne H_1 und H_2 , gibt ihnen einen dicken Paraffinüberzug und trennt das Gasometer vom Versuchsapparat. Der letztere, nun zum Gebrauch fertig, kommt

1) Die Kautschukverbindungen, innerhalb deren die Glasröhren dicht aneinandergebracht waren, wurden gegen die Atmosphäre durch Lack- und Paraffinüberzug abgedichtet.

in ein mit elektrischem Rührer versehenes Petroleumbad, das durch Eiskühlung außen und elektrische Heizung innen auf jeder Temperatur zwischen 0° und 45° gehalten werden kann. Der elektrische Strom wird, wenn er eine bestimmte Zeit lang gewirkt hat, unterbrochen; man läßt den Apparat die Temperatur des Bades annehmen und nimmt alsdann die Ablesungen in den beiden Schenkeln der Meßkapillare vor. Darauf wird der Strom aufs neue geschlossen und wieder wie beschrieben verfahren.

§ 6. Wenn man am Differentialozonometer denselben Versuch unter denselben Bedingungen wiederholte, so erhielt man im allgemeinen gut übereinstimmende Werte der Verschiebung b für dieselbe Stromdauer. Daher konnte die Ozonmenge für irgend ein Stadium der Zersetzung, d. h. irgend einen Wert der Stromdauer, bestimmt werden, indem man den Gasinhalt des Versuchsgefäßes mittels eines CO_2 -Stromes durch einen mit neutraler KJ-Lösung beschickten Absorptionsapparat hindurchsandte und das freigemachte Jod durch $\frac{1}{500}$ normale Natriumthiosulfatlösung titrierte. 1 ccm der Titrierflüssigkeit entspricht dann 0,048 mg Ozon.

§ 7. Bei allen Versuchen war $\gamma = 0,00357$, $P_0' = 58,7$ ccm (durch Auswägen mit Wasser), $\sigma_1 = 0,876$ bei $18,7^{\circ}$.

Bei der folgenden Versuchsreihe war außerdem $V_0 = 55,25$ ccm (bestimmt mittels des Gasometers Fig. 2 nach der Regnaultschen gasvolumetrischen Methode), ferner

$$\theta = \theta_0 = 15,2^{\circ}, \quad p = p_0 = 73,6,$$

$$\frac{\gamma}{V_0} + \frac{\gamma}{V_0'} = 0,000122, \quad 2 \frac{\sigma_1}{\sigma} \cdot \frac{1}{p_0} = 0,001749,$$

$$h = 0,001871, \quad n_0 \cdot 10^8 = 2261.$$

$$\text{Stromstärke } J = 3,296 \cdot 10^{-5} \text{ Amp.}$$

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle enthalten.

Tabelle I.
Negatives Spitzenpotential.

Zeit t	V	Q (Cb.)	$2b$ (cm)	$m_s \cdot 10^6$ g	$n_s \cdot 10^6$
0'	3660	—	—	—	—
50	4370	0,099	3,93	35	0,73
100	4570	0,198	7,96	127	2,65
200	4640	0,396	14,68	244	5,08

Tabelle I (Fortsetzung).

Zeit t 0'	$n_1 \cdot 10^6$ —	$n_2 \cdot 10^6$ —	Q/n_2 —	x —	ε —
50	16,64	17,37	5690	0,13	0,008
100	33,69	36,34	5440	0,22	0,016
200	62,13	67,21	5890	0,23	0,030

Bemerkungen.

1. Die Zersetzung des CO_2 ist bei diesen Versuchen bis 3 Proz. fortgeschritten, also ungefähr ebenso weit wie bei den Versuchen von Brodie; gleichwohl fand im Mittel Brodie 50 Proz., Hr. Noda hingegen nur 19 Proz. des freigemachten Sauerstoffs ozonisiert. Doch wandte Brodie die Entladung in der Siemensschen Röhre, Hr. Noda hingegen die Entladung aus metallischen Spitzen an, und es ist die Ozonisierung des reinen Sauerstoffs weit stärker bei der ersten Entladungsform als bei der zweiten.¹⁾

2. Die Coulombzahl pro Mol zersetzten Kohlendioxyds hat in dem ersten Intervall 0—50' einen größeren Wert als in dem folgenden 0—100'. Diese Anomalie hat sich fast bei allen Versuchen gezeigt, in noch höherem Maße bei positivem Spitzenpotential (vgl. § 8). Berechnet man ferner die Coulombzahl pro Mol für die drei Intervalle 0—50', 50 bis 100, 100—200, so findet man 5690, 5220, 6410 Cb. In dem dritten Intervall ist die Coulombzahl schon erheblich größer als in dem zweiten, was anzeigt, daß jedenfalls in dem dritten Intervall 100—200' schon eine sehr merkliche rückbildende Wirkung des Stromes auf die Zersetzungsprodukte stattfindet.²⁾ Vernachlässigt man diese Wirkung in dem zweiten Intervall 50—100', so ergibt sich, daß 5220 Cb. zur Zersetzung von 1 Mol CO_2 benötigt sind — eine wohl etwas zu kleine Zahl — oder 2610 Cb. pro Grammäquivalent, gegen 96540 Cb. bei der Elektrolyse. Daraus folgt mittels einer früher auf das Ozon angewandten Schlußweise³⁾, daß die Zersetzung des

1) E. Warburg, Ann. d. Phys. 13. p. 474. 1904.

2) Zur Vervollständigung der Untersuchung sollte auch die Wirkung der stillen Entladung auf die Zersetzungsprodukte des CO_2 ($\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2$) eventuell unter Berücksichtigung der teilweisen Ozonisierung bestimmt werden.

3) E. Warburg, Ann. d. Phys. 13. p. 474. 1904.

Kohlendioxyds durch die stille Entladung kein elektrolytischer Prozeß ist.

3. Die Potentialdifferenz der Elektroden steigt — wohl besonders durch Bildung von O_2 und O_3 — bei Beginn der Zersetzung schnell, hernach langsam an. Rechnet man rund 4500 Volt, so ist die elektrische Arbeit pro Mol zersetzten CO_2 $5220 \cdot 4500 = 2350 \cdot 10^4$ Joule. Gewonnen wird die Bildungswärme des CO_2 aus CO und $\frac{1}{2} O_2$, d. i. $68000 \cdot 4,19 = 29,5 \cdot 10^4$ Joule pro Mol und die Bildungswärme der 0,08 Mol Ozon, welche pro Mol zersetzten Kohlendioxyds entstehen, d. h. $0,08 \cdot 29600 \cdot 4,19 = 0,9 \cdot 10^4$ Joule, im ganzen also $30,4 \cdot 10^4$ Joule, d. i. nur ungefähr 1,1 Proz. der Stromarbeit. Es ist anzunehmen, daß wie bei der Ozonbildung, so auch bei der Zersetzung des Kohlendioxyds der Herd der chemischen Aktion auf den leuchtenden Teil der Entladung, also hier auf das Glimmlicht an der Spitze beschränkt ist¹⁾; auch von der Stromarbeit im Glimmlicht, welche auf etwa 10 Proz. der ganzen bei den obigen Versuchen zu veranschlagen ist, wird nur ein kleiner Teil, ungefähr 11 Proz., in chemische Energie umgesetzt.

§ 8. Die folgende Tabelle enthält dieselben Versuche mit positivem Spitzenpotential. Es war hier $p = p_0 = 73,8$ cm, $\theta = \theta_0 = 16,6^\circ$, sonst alles wie bisher.

Tabelle II.
Positives Spitzenpotential.

t	V	Q	$2b$	$m_3 \cdot 10^8$	$n_3 \cdot 10^8$
0'	5860	—	—	—	—
40	6410	0,079	1,83	5	0,10
100	6770	0,198	8,17	79	1,65
200	6990	0,396	16,40	213	4,44
t	$n_2^0 \cdot 10^8$	$n_2 \cdot 10^8$	Q/n_2	α	ε
0'	—	—	—	—	—
40	7,71	7,81	10100	0,039	0,004
100	34,42	36,07	5490	0,138	0,016
200'	69,09	73,53	5380	1,181	0,033

Auffällig ist der sehr geringe anfängliche Betrag der Zersetzung (vgl. § 7), was sich, wenn auch nicht immer in so

1) E. Warburg, Ann. d. Phys. 13. p. 475. 1904.

hohem Maße, bei allen Versuchen mit positiver Spitze gezeigt hat. Die Coulombzahl pro Mol zersetzten Kohlendioxyds ergibt sich für die Intervalle 40—100', 100—200' bez. zu 4210 und 5290, etwas kleiner als für den Fall negativen Spitzenpotentials (§ 7). Auch der Betrag der Ozonisierung (x) ist etwas kleiner.

§ 9. Es war nun weiter zu prüfen, wie die Coulombzahl pro Mol zersetzten Kohlendioxyds 1. von der Stromstärke abhängt, d. h. also z. B. ob der Strom J in 2 Sek. eine andere Zersetzung hervorbringt als der Strom $2J$ in 1 Sek.; 2. wie jene Zahl von der Dichte und 3. wie sie von der Temperatur beeinflußt wird. Leider reichte die Hrn. Noda zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, um die zur vollständigen Berechnung erforderlichen Ozonbestimmungen auszuführen. Es kann daher nur die scheinbar zersetzte Molzahl n_2^0 angegeben werden, d. h. die unter Annahme des Ozongehaltes Null berechnete. Gleichwohl scheinen diese unvollständigen Versuche doch genug zu lehren, um ihre Mitteilung zu rechtfertigen; wir beschränken uns dabei auf den Fall negativen Spitzenpotentials, weil die Versuche in diesem Fall regelmäßiger als bei positivem Spitzenpotential verlaufen. Das Volumen des Versuchsgefäßes V_0 war bei den folgenden Versuchen 52,7 ccm.

§ 10. *Einfluß der Stromstärke.* Es wurden drei Stromstärken angewandt, welche sich wie 1 : 2 : 4 verhielten, und die entsprechenden Stromdauern im Verhältnis 4 : 2 : 1 genommen, so daß die Coulombzahlen für entsprechende Beobachtungszeiten stets die gleichen waren; alle übrigen Versuchsbedingungen waren in den drei Fällen die gleichen. p^0 ist der auf 0° reduzierte Druck p nach Füllung.

Tabelle III.

t	Q (Cb.)	$2b$	$n_2^0 \cdot 10^6$	Q/n_2^0	ϵ^0	V
1. $p = 73,5$. $\theta = 18^\circ$. $p^0 = 68,9$. $\theta_0 = 18,9^\circ$. $J = 1,648 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	3780
100	0,099	3,99	16,0	6190	0,008	4340
200	198	8,23	33,0	6000	015	4460
300	297	12,41	49,7	5980	023	4490
400	396	16,27	65,1	6080	031	4580
500	494	19,74	79,0	6250	037	4670
600	593	23,05	92,3	6420	043	4700

Tabelle III (Fortsetzung).

t	Q (Cb.)	$2b$	$n_2^0 \cdot 10^2$	Q/n_2^0	ε^0	V
-----	-----------	------	--------------------	-----------	-----------------	-----

2. $p = 73,7$. $\theta = 18,6^\circ$. $p^0 = 68,9$. $\theta_0 = 18,9^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.

0	—	—	—	—	—	3660
50	0,099	3,98	16,0	6190	0,008	4630
100	198	8,25	33,0	6000	015	4670
150	297	12,43	49,8	5960	023	4820
200	396	16,18	64,8	6110	030	4900
250	494	19,66	78,7	6300	037	4970
300	593	22,92	91,8	6460	043	5000

3. $p = 72,5$. $\theta = 17,8^\circ$. $p^0 = 68,0$. $\theta_0 = 19,2^\circ$. $J = 6,592 \cdot 10^{-5}$ Amp.

0	—	—	—	—	—	3600
25	0,099	4,02	16,1	6150	0,008	4790
50	198	8,26	33,0	6000	016	4900
75	297	12,36	49,4	6010	023	5000
100	396	16,09	64,8	6160	031	5100
125	494	19,60	78,8	6310	037	5140
150	593	22,86	91,8	6500	043	5200

Aus den vorstehenden Ergebnissen folgt, daß die scheinbare zersetzte Molzahl n_2^0 nur von der entladeneu Elektrizitätsmenge (Coulombzahl), dagegen nicht von der Stromstärke abhängt. Dasselbe wird wenigstens nahezu für die wahre zersetzte Molzahl gelten, da die Ozonisierung des reinen Sauerstoffs bei negativer Spitze von der Stromstärke nur wenig beeinflusst wird.¹⁾

§ 10. *Einfluß der Dichte.* Bei den folgenden Versuchen wurde nur die Dichte des Gases, welche dem auf 0° reduzierten Anfangsdruck p^0 proportional ist, variiert, während die Stromstärke und die Temperatur konstant blieben.

1) E. Warburg, l. c. p. 471.

Tabelle IV.

t	Q (Cb.)	$2b$	$n_2^0 \cdot 10^5$	Q/n_2^0	ϵ^0	V
1. $p = 73,2$. $\theta = 18,4^\circ$. $p^0 = 68,5$. $\theta_0 = 18,9^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	3600
50	0,099	4,14	16,5	6000	0,008	4620
100	198	8,48	33,9	5840	016	4670
150	297	12,70	50,8	5850	024	4820
200	396	16,61	66,5	5960	031	4900
250	494	20,27	81,1	6090	038	4960
300	593	23,65	94,7	6260	045	4990
2. $p = 53,3$. $\theta = 16,3^\circ$. $p^0 = 50,3$. $\theta_0 = 18,9^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	3080
50	0,099	3,62	14,2	6970	0,009	3740
100	198	7,52	29,5	6710	018	4050
150	297	11,28	44,3	6700	028	4070
200	396	14,80	58,1	6820	037	4120
250	494	18,00	70,7	6990	045	4180
300	593	20,86	81,9	7240	052	4240
3. $p = 32,9$. $\theta = 14,1^\circ$. $p^0 = 31,3$. $\theta_0 = 19,0^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	2540
50	0,099	2,98	11,5	8610	0,012	2780
100	198	6,10	23,5	8430	024	2890
150	297	8,98	34,6	8580	036	2960
200	396	11,80	45,5	8700	047	3020
250	494	14,47	55,8	8850	058	3080
300	593	17,02	65,6	9040	068	3080

Nach diesen Ergebnissen nimmt die scheinbare Coulombzahl pro Mol zersetzten Kohlendioxyds mit abnehmender Dichte zu. In noch höherem Maße kann dies für die wahre Coulombzahl erwartet werden, da die Ozonisierung des reinen Sauerstoffs mit abnehmender Dichte abnimmt¹⁾, also die Differenz $n_3 - n_2^0$ mit abnehmendem Druck voraussichtlich zunehmen würde. Die Zersetzung des Kohlendioxyds verhält sich also in dieser Beziehung wie die Ozonisierung des Sauerstoffs; beide Wirkungen der stillen Entladung nehmen mit abnehmender Dichte ab.

1) E. Warburg, Ann. d. Phys. 17. p. 13. 1905.

§ 12. *Einfluß der Temperatur.* Endlich wurde die Temperatur zwischen $0,8^\circ$ und $42,5^\circ$ variiert, und dabei die übrigen Versuchsbedingungen, insbesondere die Dichte, konstant gehalten.

Tabelle V.

t	Q (Cb.)	$2b$	$n_2^0 \cdot 10^6$	Q/n_2^0	ϵ^0	V
1. $p = 74,1$. $\theta = 17,1^\circ$. $p^0 = 69,7$. $\theta_0 = 0,8^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	3600
50	0,099	3,31	14,1	7020	0,007	4120
100	198	6,65	28,3	7000	013	4270
150	297	10,28	43,2	6880	020	4480
200	396	13,46	57,3	6910	027	4610
250	494	16,67	71,0	6960	033	4640
300	593	19,59	83,4	7110	039	4640
2. $p = 73,4$. $\theta = 17,4^\circ$. $p^0 = 69,0$. $\theta_0 = 19,3^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	3440
50	0,099	3,75	15,0	6600	0,007	4010
100	198	7,73	30,9	6410	014	4140
150	297	11,53	46,1	6440	022	4340
200	396	15,09	60,4	6560	028	4380
250	494	18,35	73,4	6730	034	4430
300	593	21,49	86,0	6900	040	4490
3. $p = 73,1$. $\theta = 16,6^\circ$. $p^0 = 68,9$. $\theta_0 = 42,5^\circ$. $J = 3,296 \cdot 10^{-5}$ Amp.						
0	—	—	—	—	—	3260
50	0,099	4,36	16,2	6110	0,008	4040
100	198	8,64	32,1	6170	015	4210
150	297	12,88	47,9	6200	022	4340
200	396	17,01	63,3	6260	030	4490
250	494	20,83	77,5	6370	036	4610
300	593	24,58	91,5	6480	043	4670

Nach diesen Versuchen nimmt die scheinbare Coulombzahl pro Mol mit steigender Temperatur ab. Wäre die Ozonisierung hier wie beim reinen Sauerstoff bei konstanter Dichte von der Temperatur unabhängig¹⁾, so würde auch die wahre Coulombzahl pro Mol zersetzten Kohlendioxys mit

1) E. Warburg, Ann. d. Phys. 17. p. 17. 1905.

steigender Temperatur abnehmen, d. h. die pro Coulomb zersetzte Menge mit steigender Temperatur zunehmen. Doch bedarf jene Annahme der experimentellen Prüfung; wenn die Ozonbildung hier mit steigender Temperatur abnimmt, so könnte der für die scheinbaren Werte gefundene Temperatureinfluß für die wahren Werte verschwinden.

§ 13. Der Spitzenapparat war bei den Versuchen §§ 7—8, Tab. I—II platinirt, dagegen bei den Versuchen §§ 10—12, Tab. III—V nicht platinirt. Doch macht dies jedenfalls keinen großen Unterschied. In der Tat ergeben die Versuche III, 2; IV, 1; V, 2; I, bei welchen im übrigen die gleichen Bedingungen eingehalten waren, folgende Werte für n_2^0 .

	$t = 50'$	100'	200'	
Tab. III, 2	16	33	64,8	
Tab. IV, 1	16,5	33,9	66,5	
Tab. V, 2	15,0	30,9	60,4	
Mittel	15,8	32,6	63,9	nicht platinirt
dagegen Tab. I	16,6	33,7	62,1	platinirt.

Charlottenburg, im November 1905.

(Eingegangen 28. November 1905.)