©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über oscillatorische Entladungen

Paul Czermak,

Privatdocent und erster Assistent der Physik an der k. k. Universität in Graz.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Mai 1892.)

Von J. Stefan[1] wurden Formeln für die wesentlichen Constanten bei der oscillatorischen Entladung aufgestellt. In den hier folgenden Zeilen soll eine Methode beschrieben werden, welche eine Prüfung dieser Formeln gestattet.

Die Voraussetzungen, welche bei den Stefan'schen Ableitungen gemacht werden, sind in der Praxis nicht leicht vollständig zu erfüllen; es wird sich daher in erster Linie darum handeln, in Vorversuchen eine Schätzung über die allgemeine Übereinstimmung zu bekommen, und dann zu sehen, wie weit die Versuche modificirt werden können, um sich den theoretischen Voraussetzungen mehr zu nähern.

Die hier mitgetheilten Versuche haben daher auch nur den Anspruch auf Vorversuche und ist deren Mittheilung nur im Hinblicke auf die Methode geschehen, und sollen sie die Vorbereitung zu einer umfangreichen Arbeit mit wesentlich verbesserten Apparaten sein.

Die Methode.

Die hier angewandte Methode ist die, welche Klemenčič[2] bei seinen Beobachtungen über Hertz'sche Schwingungen

---

J. Stefan, Über elektrische Schwingungen in geraden Leitern. Diese Berichte, Bd. XCIX, 1890.

J. Klemenčič, diese Berichte, Bd. CI, Februar 1892.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

benützt hat. Die Oscillationen, welche eine bestimmte Zeit hindurch erregt werden, erwärmen einen dünnen Platindraht, und die Ausstrahlung desselben auf die Löthstelle eines sehr nahen Thermoelementes wird an einem Galvanometer gemessen.

Erwärmt man denselben Draht ebenso lange durch einen constanten Strom von bekannter Stärke, so lässt sich die hier auftretende Joule'sche Wärme mit der durch die Oscillation erzeugten vergleichen.

Bei den in Secundarkreisen erregten Hertz'schen Schwingungen ist die Erwärmung eine relativ hohe, da die erregten Potentiale beträchtlich sind. Die genaue Bestimmung derselben ist aber nicht leicht möglich. Ich hatte aber gerade die Absicht, Oscillationen einzuleiten, bei welchen wo möglich alle dazu nöthigen Daten bestimmbar und daher das zu erwartende Ergebniss berechenbar sei.

Es war daher sehr fraglich, ob oscillatorische Entladungen, die bei verhältnissmässig niederen Potentialen eingeleitet werden, noch messbare Erwärmungen in einem Platindrahte ergeben würden. Eine einzige Entladung wäre wohl nicht gut verwendbar. Ich griff daher zu der Vergrösserung durch Multiplication mit einer Stimmgabel, und dies ergab günstige Resultate.

Die Apparate.

Das Arrangement, welches sich in gewisser Hinsicht sehr geeignet zum Studium der oscillatorischen Entladung zeigte, indem es eine Orientirung über den Energieverbrauch bei den einzelnen Vorgängen gestattet, war also folgendes.

Ein Luftcondensator C (Fig. 1) aus neun grossen Messingplatten gestattete vermittelst Quecksilbernäpfen drei verschiedene Capacitäten herzustellen, welche sich angenähert wie 1 : 4 9 verhielten. Dieser Condensator war unter einem Recipienten, welcher ausgepumpt und mit getrockneter Luft gefüllt werden konnte, wodurch eine sehr gute Isolation erzielt wurde. Die drei Capacitäten hatten nach einer vorläufigen Bestimmung die Werthe 0·0028, 0·0012 und respective 0·0003 Mikrofarad.

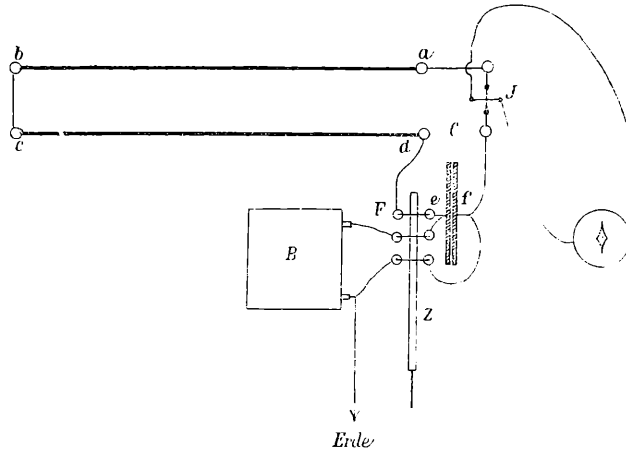
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zur Ladung desselben wurde eine Batterie *B* von 100 Clark-Elementen verwendet, welche neu zusammengesetzt war und sich durch grosse Gleichheit der Elemente auszeichnete.

Die Entladung geschah durch einen Schliessungskreis, der aus vier Theilen bestand.

1. Aus einer 4 *m* langen Strecke *ab*, *cd* von zwei Paralleldrähten, welche, in isolirten Quecksilbernäpfen endigend, beliebig vertauscht werden konnten;

2. aus den Verbindungsdrähten *bc*, *de* und *af* dieser Strecke mit dem Condensator, in welchem



der zu erwärmende Platindraht *J* und

4. die von der Stimmgabel *z* besorgte Schliessungsstelle *F* lagen.

Die obere Zinke der Stimmgabel besorgte durch zwei Platinbügel die Ladung des Condensators durch die Clark-Batterie und Ableitung zur Erde. Die untere Zinke trug das Contactstück, welches den Entladungskreis des Condensators schloss.

Diesen Entladungscontact versuchte ich zuerst durch eine Platinspitze herzustellen, welche in Quecksilber tauchte. Dies bewährte sich aber sehr schlecht, da der Funke, welcher hier auftritt, sehr variabel war. Ich brachte daher folgende Contactvorrichtung an.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

An der Zinke *z* (Fig. 2) der Stimmgabel ist ein Bügel *b* befestigt, der auf einer Seite tief in Quecksilber taucht, auf der anderen Seite hat er aber eine kleine Platinkugel *k*. Diese Kugel schlägt auf ein Platinstück *p*, welches an eine Feder *f* gelöthet ist. Die Bewegung dieser Feder ist nach Aufwärts durch die Schraube *s* begrenzt. Von der Feder taucht ein Draht in Quecksilber, welches mit dem weiteren Zuleitungsdrahte des Schliessungskreises in Verbindung steht. Alle Theile, welche dem Entladungskreise des Condensators angehören, sind natürlich gut isolirt.

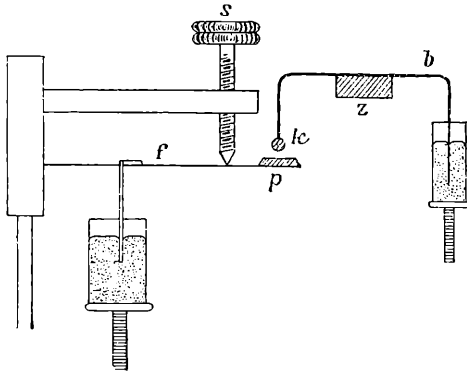


Fig. 2.

Die Platinkugel und das Platinstück, zwischen welchen der Funke der Oscillationen überspringt, wurden so gut als möglich polirt und mit Wienerkalk und Alkohol, so wie man es bei den primären Hertz'schen Inductoren zu thun pflegt, geputzt.

Da die Oscillationen enorm rasch vor sich gehen, so verlaufen dieselben früher bevor die Kugel auf das Blech schlägt, und bildet daher der Funke mit einen Theil des Widerstandes im Schliessungskreise. Alles was daher den Widerstand des Funkens ändert, beeinflusst auch die Erwärmung des Platindrahtes.

Die Gabel besorgte 40 Ladungen und Entladungen in der Secunde, so dass der Funke als continuirlich glänzender Punkt beim Spiele der Gabel sichtbar wurde. Um die Erwärmung, welche der 0·07 *mm* dicke Platindraht durch die Oscillationen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

erlitt, zu messen, war derselbe nach dem Muster der Energieindicatoren von Klemenčič zwischen Glasplatten eingeschlossen und senkrecht zu seiner Längsrichtung waren zur Erhöhung der Wirkung vier Thermoelemente gespannt. Diese Elemente waren aus Patentnickel- und Eisendrähten von 0·1 und 0·09 *mm* Dicke gebildet und so an dicke Kupferdrähte gelöthet, dass man von Aussen an einem Quecksilberumschalter dieselben beliebig combiniren konnte. Die andere Löthstelle der Elemente befand sich knapp neben dem Platindrahte. Der hier auftretende Thermostrom wurde an einem Thomson'schen Galvanometer von Carpentier beobachtet, und zeigte es sich, dass die günstigste Wirkung erzielt wurde, wenn sowohl alle Thermoelemente als auch die beiden Galvanometerrollen hintereinander geschaltet waren.

Die Beobachtungen.

Um den Vorgang bei einer Beobachtung darzustellen, will ich eine derselben genauer wiedergeben. Ich hatte vier Paare je 2 *m* langer Kupfer- und Eisendrähte von ungefähr 3, 2, 1 und respective 0·5 *mm* Dicke hergestellt, welche in die Strecken *a b* und *c d* gesteckt werden konnten.

Zunächst wurde ein Accumulator durch einen Widerstand von 200 Ohm und dem 2 *cm* langen Platindrahte des Energieindicators 10 Secunden lang geschlossen. Dies ergab einen Ausschlag von 105·6 Scalentheilen am Galvanometer.

Hierauf wurden z. B. die 3 *mm* Kupferdrähte Cu_3 eingelegt, der Condensator auf die Capacität IX von 0·0028 Mikrofarad. geschaltet und von der Batterie 50 Clark-Elemente verbunden. Ein Schnurzug gestattete vom Beobachtungsfernrohre des Galvanometers aus die Batterie nach den Schlägen eines Metronoms 10 Secunden lang zu schliessen, worauf das Galvanometer einen Ausschlag von 189·1 Scalentheilen anzeigte.

Wurden nun die Kupferdrähte mit den gleich dicken Eisendrähten vertauscht, so sank der Ausschlag auf 48·24 Scalentheile herab, wodurch sich der grosse Einfluss der Magnetisirung des Eisens durch die Oscillationen sehr auffällig zeigte.

Die bei den 40 Ladungen in der Secunde aufgewandte elektrische Energie war bei diesem Versuche, nach elektro-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

magnetischem Masse gemessen, gleich 2882·9 (C. G. S.) Einheiten.

Aus dem Vergleiche mit der Erwärmung durch den constanten Strom ergibt sich, dass die Oscillationen 1153·2 (C. G. S.) Einheiten zur Erwärmung des Platindrahtes verbrauchten, so dass die übrigen 1729·7 (C. G. S.) Einheiten auf die Erwärmung der übrigen Drähte, den Funken und äussere Wirkungen entfallen. Bei den Eisendrähten zeigte aber die Erwärmung des Platindrahtes nur einen Verbrauch von 294·19 (C. G. S.) Einheiten an, so dass 2588·71 (C. G. S.) Einheiten zur Erwärmung der übrigen Drähte, den Funken und für die Magnetisirungsarbeit entfielen.

Da bei diesen Versuchen der Widerstand des Funkens eine bedeutende Rolle spielt und eine Grösse ist, welche vorher nicht bestimmt oder berechnet werden kann, so musste ich mich vorläufig begnügen das Ergebniss der Versuche in der Weise durch Rechnung zu controlliren, dass ich eben diesen unbekannten Widerstand des Funkens aus den gegebenen Formeln und Daten berechnete.

Es ist auch überhaupt von Interesse die verschiedenen gegebenen Versuchsbedingungen nach den Stefan'schen Formeln zu berechnen, da man hiedurch einen besseren Einblick über die Änderungen von Selbstinduction, Schwingungsdauer und Widerstand erhält, welche bei den verschiedenen Anordnungen obwalten. Es ist ja klar, dass wenn man nur einen Theil der Versuchsbedingungen ändert, sich alle diese Grössen ändern. Die Berechnung ist daher eine recht umständliche und muss für jeden Versuch besonders durchgeführt werden. Zur Berechnung der Selbstinduction der einzelnen Theile des Schliessungskreises benutzte ich die Formel[1]

$$L = 2l\left[\lg\frac{2l}{ac} + \frac{1}{4\pi a}\sqrt{\frac{\mu\sigma}{n}}\right]$$

In derselben bedeuten l die Länge, a den Radius, μ die magnetische Leitungsfähigkeit, σ den specifischen Widerstand

[1] »Über elektrische Schwingungen geraden Leitern« J. Stefan. Diese Ber. 1890. S. 331.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der betreffenden Drähte und n die Anzahl der Oscillationen per Secunde.

Für die Grösse c ist nach der Formel von F. Neumann e, die Basis der natürlichen Logarithmen, zu nehmen; nach der Formel von W. Weber e^2, während nach der elektromagnetischen Theorie der Induction $e^{3/2}$ folgt. Ich wählte den letzteren Werth, welcher auch den geometrischen Mittelwerth der beiden andern repräsentirt.

Da im zweiten Gliede von L bereits die Schwingungszahl enthalten ist, so muss man zuerst mit dem ersten Gliede allein einen genäherten Werth von n berechnen und dann damit den Werth des zweiten Gliedes. Dieser so verbesserte Werth von L ergibt schon ein ziemlich genaues n, so dass sich bei einer nochmaligen Berechnung von L dieses nur mehr wenig ändert.

Für die vorliegende Versuchsanordnung musste das L für die Strecken ab, cd und die Zuleitung bc, af, de besonders gerechnet werden. Die Strecke des Platindrahtes wurde vernachlässigt und aus der übrigen Kupferleitung bestehend gedacht.

Der Werth dieser Coëfficienten war für die Kupferdrähte Cu_3:

$$L = 5587 \cdot 20 + 15 \cdot 68 = 5603 \cdot 88$$

und für die Zuleitung Z:

$$L = 3555 \cdot 75 + 17\ \ 89 = 3573 \cdot 64.$$

Daraus berechnet sich die genaue Schwingungsdauer nach der Formel

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

zu ungefähr Ein Milliontel Secunde und die Schwingungszahl $n = 992\ 890$.

Mit Hilfe dieses Werthes ist man nun in der Lage die Widerstände der einzelnen Drahtstrecken für Oscillationen von dieser Geschwindigkeit zu berechnen.

Nach der Formel von Stefan ist:

$$w' = w\left[\pi a\sqrt{\frac{n\mu}{\sigma}} + \frac{1}{4}\right]$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wobei w den Ohm'schen Widerstand und w' den für Oscillationen von der Schwingungszahl n bedeutet.

Für die Kupferdrähte Cu_3, welche einen Widerstand von 0·009 Ohm haben, ergibt die Formel:

$$w' = 12 \cdot 997\ w = 0 \cdot 1170 \text{ Ohm}$$

und für die Zuleitungsdrähte Z, vom Widerstande 0·0175 Ohm folgt:

$$w' = 7 \cdot 232\ w = 0 \cdot 1266 \text{ Ohm.}$$

Jetzt wäre noch der Widerstand des Platindrahtes für Oscillationen zu berechnen, da zeigt es sich aber, dass die Formel für so dünne Drähte nicht mehr zulässig ist; sie ergibt einen Factor der kleiner als Eins ist, geringer kann aber der Widerstand nicht werden. Da der Draht sehr kurz ist, so nahm ich vorläufig an, dass sein Widerstand sich nur wenig ändere. Jedenfalls ist er aber zu klein in die Rechnung eingeführt.

Durch Versuche mit verschieden langen und verschieden dicken Drähten soll diese Frage noch empirisch untersucht werden.

Der Widerstand des Platindrahtes für constante Ströme beträgt 0·644 Ohm und dies führte ich in die Rechnung ein.

Aus der am Platindrahte gemessenen Erwärmung kann man sich nun jene Stromstärke eines constanten Stromes rechnen, der statt der Oscillationen den Schliessungskreis durchfliessend dieselbe Erwärmung hervorbringen würde. Das Quadrat dieser Stromstärke multiplicirt mit der Summe der für Oscillationen berechneten Widerstande müsste dann die in dem Schliessungskreise verbrauchte Stromarbeit darstellen. Nimmt man den Widerstand des Funkens als unbekannt an, so kann derselbe aus dieser Beziehung gerechnet werden, da die ganze aufgewandte elektrische Energie bekannt ist.

Wir hätten also:

$$\begin{aligned} 2882 \cdot 9 &= i^2\ \Sigma\ w' = i^2\ [Cu_3 + Z + J + x] \\ &= 1790 \cdot 7\ [0 \cdot 1170 + 0 \cdot 1266 + 0 \cdot 6440 + x] \\ &= 1589 \cdot 4 + 1790 \cdot 7\ x. \end{aligned}$$

Hier ist die Stromstärke auch in absoluten Einheiten ausgedrückt, die Widerstände aber in Ohm, damit für x der Wider-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

stand auch gleich in Ohm erhalten wird. Es erscheint also i^2 in Ampère gemessen noch mit 10^7 multiplicirt, wodurch die ganze rechte Seite zu absoluten Einheiten ausgedrückt ist.

Es folgt daher:

$$x = \mathbf{0 \cdot 722} \text{ Ohm.}$$

Der Versuch mit den 3 *mm* dicken Eisendrähten Fe_3 muss wieder ganz besonders berechnet werden. Die Selbstinduction ist eine andere, daher auch die Schwingungsdauer und demgemäss die Widerstände.

Bei diesen Berechnungen mit Eisen stellt sich wegen der Grössen μ und σ einige Schwierigkeit heraus. Ich nahm nach Stefan für σ den Werth 9900 und für μ 150 an, aber besonders letzterer Werth kann von dem wirklich vorhandenen wesentlich abweichen und soll später getrachtet werden, diese Grössen direct zu bestimmen.

Für die Eisendrähte Fe_3 ist·

$$L = 5642 \cdot 80 + 511 \cdot 90 = 6154 \cdot 70.$$

Hier fällt das zweite Glied bereits beträchtlich ins Gewicht und wurde da die Rechnung stets dreimal wiederholt.

Für die Zuleitung Z folgt dann:

$$L = 3555 \cdot 75 + 18 \cdot 16 = 3573 \cdot 91$$

und daraus ergibt sich die Schwingungszahl.

$$n = 964\ 340.$$

Diese Schwingungszahl bedingt folgende Widerstände: für die Drähte Fe_3, welche einen Ohm'schen Widerstand von 0·079 Ohm haben, wird

$$w' = 58 \cdot 836\ w = 4 \cdot 648 \text{ Ohm}$$

und die Zuleitung Z ändert wegen der kleineren Schwingungszahl ihren Widerstand in

$$w' = 7 \cdot 132\ w = 0 \cdot 1548 \text{ Ohm.}$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Daraus ergibt sich die Beziehung:

$$2882 \cdot 9 = 456 \cdot 8\,[4 \cdot 6480 + 0 \cdot 1248 + 0 \cdot 6440 + x]$$
$$= 2475 \cdot 0 + 456 \cdot 8\,x$$

so dass für den Widerstand des Funkens folgt:

$$x = \mathbf{0 \cdot 893}\ \textbf{Ohm.}$$

In den folgenden Tabellen sind die zusammengehörigen Constanten: Selbstinduction, Schwingungszahl und Widerstand mit einem zugehörigen Versuche eingetragen und daraus der Funkenwiderstand berechnet.

In den Tabellen hier ist von jeder Versuchsanordnung nur je ein Werth eingetragen; stellt man von allen, welche mit Kupferdrähten gemacht wurden, immer jene zusammen, welche mit demselben Ladungspotentiale gemacht sind, so scheint sich zwischen diesem und dem Funkenwiderstande eine Beziehung zu zeigen.

Ladungspotential	Funkenwiderstand	
240·0 Volt	1·075 Ohm	
194·0	0·678	(?)
143·0	1·186	
114·4	0·919	
100·1	0·709	
85·8	0·606	
71·5	0·643	
57·2	0·396	

Mit wachsendem Potentiale nimmt der Widerstand gleichfalls zu, doch ist wegen mancher Unsicherheit in den Versuchen und für manche Werthe, wegen zu geringer Anzahl der Versuche der Verlauf noch nicht sichergestellt.

Da bei wachsendem Potentiale die Schlagweite zunimmt, so wäre es auch erklärlich, dass damit eine Zunahme des Funkenwiderstandes verbunden sei.

Trowbridge[1] fand bei seinen Versuchen, wo Schlagweiten von 4 *mm* vorkamen, 2 bis 2·5 Ohm für den Funkenwiderstand.

»Damping of Electrical Oscillations on Iron Wires«. By John Trowbridge Phil. Mag. Nr. 199, 1891, S. 504.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus diesen Daten lässt sich aber für die Versuche hier kein Schluss ziehen, da die Schlagweite wohl vielleicht nur den hundertsten Theil betragen wird, über den Querschnitt der Funkenbahn aber jede Schätzung fehlt.

Jedenfalls aber zeigen die Versuche für Kupferdrähte, dass mit Hilfe der Stefan'schen Formeln eine gute Übereinstimmung für selbst sehr verschiedene Versuchsbedingungen erzielt wird.

In dem fraglichen Funkenwiderstande können nun noch einige andere Grössen enthalten sein, welche an dem Energieverbrauche theilnehmen. Ein solcher Factor muss auch der Verlust an Energie sein, welche das umgebende elektrische Feld erzeugt.

Bei passenden Versuchsanordnungen erscheint es nicht ausgeschlossen, diesen Antheil getrennt zu bestimmen, was von besonderem Interesse wäre.

Viel ungünstiger stellen sich die Versuche mit den Eisendrähten; dies liegt wohl darin, dass eine Ungenauigkeit in der Schwingungszahl sich im Widerstande sehr fühlbar macht. Ferners scheinen die Drähte von 1 und besonders von 0·5 *mm* bereits zu dünn zu sein, um auf sie die Formeln anwenden zu dürfen. Die Schichten, welche an der Elektricitätsbewegung theilnehmen, sind nicht mehr sehr klein gegen den Radius. Es zeigt sich dies in den zu grossen Werthen für x. Dort wo der Drahtwiderstand zu gross berechnet wurde, erhält man wieder negative Werthe von x; dies ist besonders bei den Beobachtungen mit dem Condensator I der Fall. Hier ist wohl die kleine Capacität mit Schuld, da dieselbe zu wenig genau bestimmt wurde und bereits die Capacität der übrigen Drähte sehr ins Gewicht fällt.

Obwohl die Versuchsergebnisse noch viele Lücken aufweisen und, wie Eingangs bemerkt wurde, nur den Charakter von Vorversuchen haben, so glaubte ich dieselben doch mittheilen zu sollen; erstens, weil doch aus denselben der grosse Werth der Stefan'schen Formeln ersichtlich wird, welche Formeln bei anderen derartigen Versuchen noch nicht benützt wurden, und zweitens, weil meines Wissens der Vorgang der oscillatorischen Entladung noch nicht mit einer ähnlichen Methode geprüft wurde.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Selbstinductionscoëfficient der Drähte	Selbstinductionscoëfficient der Zuleitung Z	Schwingungszahl	Widerstand der Drähte
				Condensator
Cu_3 ...	5587·20+15·68	3555·75+17·89	992.890	12·997×0·009
Cu_2 ...	6068·72+28·99	3555·75+18·12	967.150	7·141×0·028
Cu_1 ...	6552·32+53·81	3555·75+18·37	942.680	4·067×0·223
$Cu_{0.5}$	7002·44+95·56	3555·75+18·59	920.680	2·343×0·331
Fe_3	5642·80+511·90	3555·75+18·16	964.340	58·836×0·079
Fe_2	6004·32+817·70	3555·75+18·46	932.810	36·927×0·192
Fe_1	6552·32+1674·9	3555·75+19·06	875.520	18·161×0·911
$Fe_{0.5}$ ..	7028·40+3155·5	3555·75+19·81	810.850	9·756×1·519
				Condensator
Cu_3 ...	5587·20+12·68	355·75+14·47	1,517.200	16·006×0·009
Cu_2 ...	6068·72+23·45	355·75+14·66	1,478.030	8·769×0·028
Cu_1 ...	6552·32+43·52	355·75+14·86	1,440.940	4·846×0·223
$Cu_{0.5}$ ..	7002·44+77·33	355·75+15·04	1,406.100	2·836×0·331
Fe_3	5642·80+413·10	355·75+14·66	1,480.820	72·865×0·079
Fe_2	6004·32+659·04	355·75+14·88	1,436.180	45·759×0·192
Fe_1	6552·32+1345·50	355·75+15·32	1,356.650	22·546×0·911
$Fe_{0.5}$ ..	7028·40+2523·20	355·75+15·84	1,268.200	12·139×1·519
				Condensator
Cu_3 ...	5587·20+18·97	3555·75+10·26	3,035.700	22·538×0·009
Cu_2 ...	6068·72+16·59	3555·75+10·37	2,957.800	12·301×0·028
Cu_1 ...	6552·32+30·76	3555·75+10·50	2,884.200	6·752×0·223
$Cu_{0.5}$ ..	7002·44+54·61	3555.75+10·63	2,762.900	3·912×0·331
Fe_3	5642·80+291·19	3555·75+10·33	2,981.800	103·275×0·079
Fe_2	6004·32+463·77	3555·75+10·47	2,900.800	64·926×0·192
Fe_1	6552·32+942·39	3555·75+10·73	2,762.900	32·067×0·911
$Fe_{0.5}$ ..	7028·40+1757·43	3555·75+11·03	2,614.600	17·320×1·519

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Widerstand der Zuleitung	Ladungs-potential	Aus-schlag	Aufge-wandte Energie	$i^2 \Sigma w'$	
IX.					
7·232×0·0175	71·5 Volt	189·1	2882·9	1589·4+1790·7 x	0·722
7·141×0·0175	114·4	460·4	7386·0	4224·7+4359·8 x	0·725
7·053×0·0175	71·5	144·1	2882·9	2284·0+1364·8 x	0·439
6·974×0·0175	71·5	138 3	2882·9	2019·0+1309 6 x	0·428
7·132×0·0175	71·5	48·24	2882 9	2475·0+456·8 x	0·893
7·018×0·0175	114·4	87·54	7386·0	6513·1+829·0 x	1·053
6·806×0·0175	71·5	16·90	2882·9	2769 8+160·1 x	0·707
6·560×0·0175	71	12·83	2882·9	1892·8+121·5 x	8·149(?)
IV.					
8·881×0·0175	143·0 Volt	238·3	4942·2	2129·1+2257·7 x	1·247
8·769×0·0175	114·4	157·8	3162·9	1558·6+1494·3 x	1·074
8·661×0·0175	100·1	98·92	2421·6	1757·6+936·7 x	0·709
8·559×0·0175	114·4	119·13	3162·9	1954·5+1128·1 x	1·071
8·777×0·0175	143·0	62·8	4942·2	3896·8+594·7 x	1·758
8·647×0 0175	114·4	28·66	3162·9	2600·4+271·4 x	2·075
8·412×0·0175	100·1	11·33	2421·6	2288·6+107·3 x	1·240
8·141×0·0175	114·4	10·4	3162·9	1893·4+98·5 x	12·89 (?)
I.					
12·459×0·0175	143·0 Volt	58·74	1235·54	592·4+556 3 x	1·156
12·301×0·0175	143·0	61·67	1235·54	753·0+584·0 x	0·912
12·150×0·0175	240·0	118·20	3581·00	2644·2+1119·3 x	0·837
11·766×0·0175	240·0	109·21	3581·00	2222·7+1034·5 x	1·313
12·349×0·0175	143·0	18·17	1235·54	1560·4+172·1 x	neg. (?)
12·184×0·0175	143·0	12·15	1235·54	1532·9+115·1 x	neg. (?)
11·897×0·0175	240·0	15·43	3581·00	4393·1+1401·9 x	neg. (?)
11·580×0·0175	240·0	10·71	3581·00	2754·2+101·4 x	0·815

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ausser vielen anderen Fragen, welche sich im Laufe dieser Arbeit von selbst aufdrängen, wird es mein nächstes Bestreben sein, mich von dem Einflusse des Funkens so viel wie möglich unabhängig zu machen. Vollständig wäre dies möglich, wenn mit dem hier beschriebenen Schwingungskreise in einem zweiten ganz in sich geschlossenem, secundäre Oscillationen erregt würden. Ob diese nun so kräftig herzustellen sein werden, dass noch eine genügende Wirkung auftritt, muss der Versuch ergeben. Gleichzeitige Beobachtungen der Wirkungen im Primär- und Secundärkreise würden dann alle Schwankungen eliminiren.

Als die einfachste Form eines solchen Arrangements erscheint mir folgende Anordnung. Bei einem Luftcondensator von z. B. vier Platten werden die erste und vierte durch eine Primärleitung, welche die ladende Gabel und einen Energieindicator enthält, geschlossen. Die zweite und dritte Platte kann dann durch eine Leitung ohne Unterbrechungsstelle, welche einen zweiten Energieindicator enthält, geschlossen werden und müssen in derselben secundäre Schwingungen von derselben Grössenordnung wie in der Primärleitung entstehen. Es ist dies eine der Lecher'schen ähnliche Anordnung, die aber alle gegebenen Stücke berechnen lässt.

ZOBODAT - 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: 1892

Band/Volume: 101_2a

Autor(en)/Author(s): Czermak Paul

Artikel/Article: Über oscillatorische Entladungen. 879-892