

ELEKTROSTATISCHE
ABLENKUNG DER RADIUMSTRAHLEN

VON

ERNST DORN
IN HALLE

Nachdem von Herrn GIESEL die Ablenkung der Strahlung radioaktiver Substanzen durch den Magnet nachgewiesen war, konnte man in Analogie mit den Kathodenstrahlen auch eine Einwirkung des elektrischen Feldes erwarten.

Der thatsächliche Nachweis hierfür ist mir vor kurzem mit einer ziemlich primitiven Versuchsanordnung gelungen.

Die Konduktoren einer Influenzmaschine standen mit den Belegungen einer grossen Leydener Flasche und den Kugeln eines Funkenmikrometers in Verbindung. Durch Vermittelung eines Umschalters, dessen isolierende Teile aus Ebonit bestanden, waren an die Kugeln des Funkenmikrometers die beiden 6 cm im Durchmesser haltenden Platten eines KOHLRAUSCH-Kondensators angeschlossen, sodass denselben eine wechselnde Ladung erteilt werden konnte.

Auf den Konduktoren wurden zwei Nähnadeln, mit den Spitzen gegeneinander gekehrt, befestigt.

Bei passender Entfernung derselben konnte man die Potentialdifferenz bis zur Entladung durch die (2—3 mm betragende) Funkenstrecke des Mikrometers steigern; verlangsamte man dann die Drehung ein wenig, so hielt sich die Potentialdifferenz nahe auf der der Schlagweite entsprechenden Höhe, ohne dass der Beobachter durch die überspringenden Funken belästigt wurde.

Eine grosse dünne Ebonitplatte blendete die an der Elektrisiermaschine auftretenden Lichterscheinungen ab.

Die radioaktive Substanz — etwa 0,5 g Brombaryum, von Herrn GIESEL freundlichst geliehen — bedeckte mit 16 mm Durchmesser den Boden eines Aluminiumschälchens, welches in den oberen Teil eines massiven Bleicylinders eingelassen war.

Da der freie Abstand der Kondensatorplatten 14 mm betrug und ihr unterer Rand nur 13 mm oberhalb der strahlenden Substanz sich

befand, entstand auf dem 2 cm oberhalb der Kondensatorplatten angebrachten *Ba Pt Cy*-Schirm ein heller Streifen, welcher den zwischen den Platten hindurchgegangenen Strahlen entsprach; Seitenlicht machte sich kaum bemerkbar.

Der Beobachter schob einen dunklen Papierstreifen soweit vor, dass die Lichterscheinung bis auf einen schmalen Rand verdeckt war, und suchte diejenige Kommutatorstellung, bei welcher dieser Rand breiter erschien. Dann wurde die Ladung auf beiden Kondensatorplatten geprüft. Der die Elektrisiermaschine drehende Gehilfe, welcher von der Handhabung des Kommutators nicht unterrichtet war, konnte auch die Lichterscheinung sehen; seine jedenfalls unbefangenen Angaben deckten sich ausnahmslos mit denen des Beobachters.

Diejenige Platte des Kondensators, nach welcher der Lichtschein hinwanderte, erwies sich stets als positiv; die Ablenkung erfolgt also in demselben Sinne wie bei den Kathodenstrahlen.

Es könnte der Einwand erhoben werden, dass die Veränderung der Lichterscheinung mit den Radiumstrahlen gar nichts zu thun habe, sondern durch rein elektrische Vorgänge hervorgerufen sei.

Zunächst konnte aber nie ein Leuchten wahrgenommen werden, wenn die Elektrisiermaschine in Abwesenheit der radioaktiven Substanz in Thätigkeit gesetzt wurde.

Ferner wiederholte ich den Hauptversuch mit dem gleichen Erfolge, nachdem ich die dem Kondensator zugewendete Rückseite des Leuchtschirmes mit einer zur Erde abgeleiteten Metallbelegung versehen hatte, die oberhalb der Kondensatorplatten aus Aluminiumfolie von 0,003 mm Dicke, im übrigen aus Staniol bestand.

Fasst man die Radiumstrahlen als elektrisch geladene, mit grosser Geschwindigkeit sich bewegende Massen auf, so kann man unter näher anzugebenden Voraussetzungen die bei obigem Versuche zu erwartende Ablenkung berechnen.

In Anlehnung an die Betrachtung des Hrn. LENARD¹⁾ werde das elektrische Feld auf der Strecke c zwischen den Kondensatorplatten konstant gleich F , ausserhalb derselben gleich Null angenommen.

¹⁾ LENARD, Wied. Ann. 64, p. 279, 1898.

Die Ablenkung eines Strahles, der senkrecht zu den Kraftlinien eintritt und in einem Abstände ξ vom Kondensator auf einem zu seiner ursprünglichen Richtung senkrechten Schirm aufgefangen wird, findet man leicht:

$$y = \frac{\varepsilon F}{v^2 \mu} \left[\frac{c^2}{2} + c \xi \right],$$

wenn bedeutet

μ die Raumdichte der bewegten Massen,

ε die Raumdichte der elektrischen Ladung auf denselben,

v die Geschwindigkeit der Bewegung.

Für ein französisches Radiumpräparat erhielt Herr BECQUEREL¹⁾ aus der Ablenkung im homogenen Magnetfelde $\mu v / \varepsilon = 1500$; für v werde der von LENARD für Kathodenstrahlen gefundene Wert $0,72 \cdot 10^{10}$ cm/sec gesetzt.

Der Schlagweite von 3 mm zwischen Kugeln von 1 cm Durchmesser entspricht nach Herrn PASCHEN die Potentialdifferenz 38,94 in elektrostatischem Masse, also, da die Kondensatorplatten 1,4 cm von einander entfernt waren die Feldstärke $38,94 / 1,4 = 27,82$ elektrostatisch, welche Zahl zur Reduktion auf das elektromagnetische Massensystem noch mit $3 \cdot 10^{10}$ zu multiplicieren ist.

Endlich hat man zu setzen $c = 6$ cm, $\xi = 2$ cm und findet für den Wert der seitlichen Verschiebung

$$y = 2,3 \text{ cm.}$$

Indessen übersieht man leicht (am bequemsten mit Hilfe einer Zeichnung), dass wegen der nur 14 mm betragenden Entfernung der Kondensatorplatten der grösste Teil der senkrecht zum elektrischen Felde einfallenden Strahlen von der positiven Kondensatorplatte aufgehalten wird und dass die äussersten hindurchgehenden Strahlen nur etwa 5 mm weiter sich erstrecken, als ohne elektrische Erregung.

Die Lichterscheinung auf dem Schirm konnte nur mit ausgeruhtem Auge im vollkommen verdunkelten Zimmer beobachtet werden. Unter diesen Umständen ist es äusserst schwierig, quantitative Angaben zu machen; indessen schien die beobachtete Verschiebung 2–3 mm zu betragen.

¹⁾ BECQUEREL, Comptes rendus 20. Jan. 1900, T. 130, p. 206.

Dass die Feldstärke thatsächlich etwas geringer war, als oben in Rechnung gesetzt, dürfte wenig ausmachen, indessen ist zu beachten, dass auch im Magnetfeld nur ein Teil der Radiumstrahlen merklich ablenkbar ist und dieser Strahlen sehr verschiedener Ablenkbarkeit enthält, von denen die „steiferen“ eine grössere durchdringende Kraft besitzen. Da nun die Strahlen einen Weg von etwa 9 cm in Luft zurückzulegen und dann noch das Papier des Leuchtschirms zu durchsetzen hatten, so wären für $\mu v/\varepsilon$ und wohl auch für v wahrscheinlich höhere Werthe in die Formel einzutragen gewesen.

Halle, 11. März 1900.

VERSUCHE DES HERRN HENNING
ÜBER DIE ELEKTRISCHE LEITUNGSFÄHIGKEIT
RADIOAKTIVER SUBSTANZEN

VERSUCHE DES HERRN BERNDT
ÜBER DEN EINFLUSS VON SELBSTINDUKTION AUF
DIE DURCH DEN INDUKTIONSFUNKEN ERZEUGTEN
METALLSPEKTRA IM ULTRAVIOLETT

VORLÄUFIGE MITTEILUNGEN

VON

ERNST DORN

I.

Auf meine Veranlassung hat Herr cand. HENNING bereits Anfang März d. J. einige Lösungen von radioaktivem Chlorbaryum (französischen Ursprungs) und Brombaryum (von DE HAËN in Hannover) auf ihre elektrische Leitungsfähigkeit untersucht und mit Lösungen der entsprechenden inaktiven Substanzen verglichen, welche gleiche Gewichtsmengen des Salzes enthielten.

Die massgebenden Gesichtspunkte waren die folgenden.

Wenn, wie Frau CURIE angiebt, die Aktivität durch eine Beimengung von höherem Atomgewicht veranlasst wird, so war eine Differenz der Leitungsfähigkeiten aktiver und inaktiver Substanz zu erwarten und zwar wahrscheinlich bei ersterer ein geringerer Wert.

In dieser Hinsicht haben die Versuche bisher zu sicheren Ergebnissen nicht geführt.

Andererseits könnte in den aktiven Lösungen eben in Folge der Anwesenheit aktiver Substanz eine gesteigerte Ionisation (vielleicht auch des Lösungsmittels) eintreten, also eine Erhöhung der Leitungsfähigkeit, was besonders in verdünnteren Lösungen zu erwarten wäre.

Andeutungen eines derartigen Verhaltens scheinen in der That vorzuliegen.

Herr HENNING ist mit der Fortsetzung seiner Versuche beschäftigt.

Mitgeteilt in der Sitzung vom 19. Mai 1900.

II.

Um die Spektren der Metalle durch den Induktionsfunken zu erzeugen, pflegt man bekanntlich der Funkenstrecke parallel einen Kondensator von geeigneter Kapazität (Leydener Flaschen) anzubringen.

Hr. HEMSALECH¹⁾ beobachtete tiefgreifende Veränderungen des Spektrums, als er Rollen mit Selbstinduktion der Funkenstrecke vorschaltete.²⁾

Die von Herrn HEMSALECH mitgeteilten Beobachtungen beziehen sich wesentlich auf den sichtbaren Teil des Spektrums und reichen im Ultraviolett nur bis $\lambda = 0,00036$ mm.

Einen spezifischen Einfluss der Selbstinduktion will hierbei Herr HASSELBERG³⁾ nicht anerkennen, sondern glaubt, dass es lediglich die Abschwächung des Funkens sei, welche die Aenderungen des Spektrums bedinge, und dass derselbe Erfolg durch Einschaltung induktionsfreier Widerstände erzielt werden könne.

Bei dieser Sachlage unternahm auf meine Anregung Herr cand. BERNDT eine Fortsetzung der Untersuchung, welche ein doppeltes Ziel hatte.

Einerseits sollte weiter in das Ultraviolett vorgedrungen werden, und hierzu bot der grosse Quarzspektrograph des physikalischen Instituts ein vorzügliches Hilfsmittel.

Andrerseits wurde eine systematische Vergleichung des Einflusses von Selbstinduktion und Widerstand in Aussicht genommen.

Zu dem Ende wurden Rollen mit den abgestuften Selbstinduktionen 0,0₄84, 0,0₄84, 0,0₃180, 0,0₃382, 0,0₃893, 0,0₂175, 0,0₂314 (Summe 0,0₂652) Erdquadrant hergestellt, ferner (unter Benutzung von Zinksulfat und Mannit — Borsäurelösung) Widerstände zum Vergleich herangezogen, welche den Selbstinduktionen in gewissem Sinne „äquivalent“ waren.

Bei ausreichender Selbstinduktion ist die Entladung bekanntlich oscillierend, und man kann den Maximalwert der Entladungsstromstärke aus der Theorie von KIRCHHOFF⁴⁾ berechnen.

Ist hingegen keine merkliche Selbstinduktion im Schliessungsbogen der Leydener Flaschen vorhanden, sondern ein grösserer Widerstand, so erfolgen keine Schwingungen, und man kann den Widerstand

¹⁾ HEMSALECH, J. de Phys. (3) 8, 1899 p. 653 u. Comptes rendus 129, 1899 pag. 285.

²⁾ Ueber den Grund dieser Veränderungen vgl. SCHUSTER und HEMSALECH, Proc. Royal Soc. 64, 1899 p. 331.

³⁾ HASSELBERG, Journal de physique, (3) T. 9, 1900 p. 153.

⁴⁾ KIRCHHOFF, Pogg. Ann. 121 p. 551.

so bemessen, dass die Entladung mit einer Stromstärke einsetzt, welche dem Maximum für eine gegebene Selbstinduktion entspricht. Dieser Widerstand wird als äquivalent betrachtet; zu $0,0_484$ Erdquadrant gehören 97 Ohm, zu $0,0_2652$ Erdquadrant 853 Ohm.

Uebrigens wurden vier Leydener Flaschen mit der Gesamtkapazität von 0,00896 Mikrofasod benutzt.

Es zeigte sich nun, dass schon bei $0,0_484$ Quadrant viele Linien, besonders Luftlinien, verschwinden, andere Linien ihr Intensitätsverhältnis ändern, auch neue Linien auftreten — in Uebereinstimmung mit den Angaben von HEMSALECH für den weniger brechbaren Teil des Spektrums.

Der äquivalente Widerstand — 97 Ohm — bringt zwar auch Linien zum Verschwinden, aber bei weitem nicht so viele, erzeugt keine neuen Linien und kaum eine Aenderung in den Intensitätsverhältnissen.

Steigert man die Selbstinduktion, so verschwinden weitere Linien; für eine Selbstinduktion von $0,0_3316$ Quadrant zeigen sich (bei Cadmium) die Anfänge eines Bandenspektrums, welches für $0,0_2652$ Quadrant sehr schön hervortritt.

Die den höheren Selbstinduktionen äquivalenten Widerstände löschten zwar auch weitere Linien aus, glichen aber doch nicht den Spektren für Selbstinduktion, dem einerseits, wie schon erwähnt, die Luftlinien fehlten, während Linien sichtbar waren, die weder im gewöhnlichen Spektrum noch im Widerstandsspektrum zu finden sind.

Vorgetragen in der Sitzung vom 23. Juni 1900.

Nachschrift.

Es liegen gegenwärtig die vollständigen Aufnahmen von neun Metallen vor.

ABHANDLUNGEN

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU HALLE

ORIGINALAUFsätze

AUS DEM GEBIETE DER GESAMTEN NATURWISSENSCHAFTEN

IM AUFTRAGE DER GESELLSCHAFT HERAUSGEGEBEN

VON IHREM SEKRETÄR

Dr. GUSTAV BRANDES

PRIVATDOZENT DER ZOOLOGIE

XXII. BAND

MIT 4 TAFELN UND 34 FIGUREN IM TEXTE



STUTT GART

E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSHANDLUNG

(E. NAEGELE)

1901