

kurven des aktiven Niederschlages von Aktinium gelangt¹⁾. Indes war es mir nicht möglich, die erwähnten Unregelmäßigkeiten in der Abklingung des Aktinium *B* willkürlich zu reproduzieren.

Wurde die Lösung des aktiven Niederschlages unter den oben angegebenen Bedingungen mit Silber als Kathode elektrolysiert, so schied sich Aktinium *A+B+C* mit einem Überschuß an Aktinium *A* ab. Da die Nachbildung von Aktinium *B* mit 2,1 Minuten, die von Aktinium *C* mit einer Periode von 5,1 Minuten erfolgt, so spielt hier die Geschwindigkeit, mit der das Präparat nach dem Entfernen aus der Lösung gemessen wird, eine ausschlaggebende Rolle für den gefundenen Überschuß an Aktinium *A*.

Die Abscheidung des Aktinium *B* auf Nickel ist wegen der Einfachheit des Verfahrens und der relativen Empfindlichkeit (es werden α -Strahlen gemessen) vielleicht zum Nachweis kleiner Aktiniummengen geeignet.

1) Mlle Blanquis, C. R. 151, 57—60, 1910.

Berlin, Chemisches Institut der Universität.

(Eingegangen 15. September 1911.)

Magnetische Spektren der β -Strahlen des Radiums.

Von Otto v. Baeyer, Otto Hahn und Lise Meitner.

(Mit Tafel XIV.)

In zwei vorangehenden Arbeiten¹⁾ sind die magnetischen Spektren der β -Strahlen verschiedener radioaktiver Substanzen, besonders der Produkte der Thoriumreihe beschrieben worden. Dabei zeigte sich, daß in fast allen Fällen ein diskontinuierliches Spektrum erhalten wird. Besonders wohl definierte Streifen erhielt man in dem Gebiet der langsameren β -Strahlen (von 70 Proz. Lichtgeschwindigkeit an abwärts), während die schnelleren nur ziemlich verwaschene Bänder ergaben, was sich z. B. beim *RaE* besonders bemerkbar machte.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den β -Strahlen des Radiums selbst und seines schnell zerfallenden aktiven Niederschlages. Diese Untersuchung bot insofern ein besonderes Interesse, da bei früheren Versuchen,

1) v. Baeyer u. Hahn, diese Zeitschr. 11, 488, 1910; v. Baeyer, Hahn u. Meitner, diese Zeitschr. 12, 273, 1911.

wie z. B. von Kaufmann und Bucherer, eine Diskontinuität des magnetischen Spektrums sich nicht bemerkbar gemacht hatte.

Die durchdringenden β -Strahlen der üblichen Radiumsalze rühren vor allem vom *RaC* her. Aus Absorptionsmessungen war für diese Substanz schon früher eine komplexe β -Strahlung angenommen worden. Außer dem Radium *C* emittiert das Radium *B* β -Strahlen, die im allgemeinen weniger durchdringend sind als die Strahlen des *RaC*, und nach Untersuchungen von H. W. Schmidt¹⁾ ebenfalls als komplex anzusehen sind. Schließlich ist das Radium selbst Träger einer typischen β -Strahlung, die von Hahn und Meitner²⁾ aufgefunden und vor kurzem von Kolowrat³⁾ bestätigt worden ist. Diese Strahlung beteiligt sich bei der gesamten β -Strahlung des Radiums plus aktivem Niederschlag, in der üblichen elektroskopischen Weise gemessen, nur zu etwa 1 Proz., läßt sich aber in einem entemanierenen Radium mit Leichtigkeit nachweisen.

Bei der Aufnahme des magnetischen Spektrums muß man also 3 Strahlengruppen erwarten, die des *RaC*, des *RaB* und des eigentlichen Radiums.

Die β -Strahlen des aktiven Niederschlages des Radiums.

Zuerst wurde der aktive Niederschlag des Radiums untersucht und zwar *RaB+C*. Der an den Wänden eines geeigneten Emanationsgefäßes angesammelte aktive Niederschlag wurde nach den Angaben von L. Meitner⁴⁾ in salzsaurer Lösung an einer Silberkathode elektrolytisch abgeschieden. Die verwendete Silberkathode bestand aus einem 1 cm langen, 0,2 mm dicken Silberdrähtchen. Die Aktivität eines solchen Präparats entsprach 2 bis 4 mg Radium und war hergestellt worden aus 12 mg Emanation.

Das Präparat wurde in dünne Zinnfolie (0,007 mm) eingehüllt, um ein Verstreuen der aktiven Substanz durch Rückstoß oder Erschütterungen zu vermeiden. Die experimentelle Anordnung zur photographischen Aufnahme des magnetischen Spektrums im Vakuum war dieselbe wie früher. Die Feldstärke betrug 215 Gauß, die Expositionsdauer 2 Stunden.

Die erhaltene Photographie ist in Fig. 1⁵⁾ dreifach vergrößert wiedergegeben. Auf der

1) H. W. Schmidt, Ann. d. Phys. (4) 21, 609, 1906.

2) Hahn u. Meitner, diese Zeitschr. 10, 741, 1909.

3) Kolowrat, Le Radium 7, 269, 1910.

4) L. Meitner, diese Zeitschr. 12, 1094, 1911.

5) Die beiden Figuren befinden sich auf besonderer Tafel XIV.

Originalplatte sind außer dem starken α -Strahlstreifen 7 Streifen zu erkennen, die sich mit genügender Genauigkeit ausmessen ließen. Auf der Reproduktion sind nicht alle Streifen zu erkennen, da, wie wir schon früher beobachteten, die schnelleren β -Strahlen ziemlich unscharfe Bilder ergaben. Die Ausmessung der Streifen erfolgte wie früher unter einem schwach vergrößernden Mikroskop.

Bei der Berechnung der Krümmungsradien aus der gemessenen Ablenkung und den Apparatdimensionen wurde nicht die früher verwandte einfache Formel benutzt, da diese bei der hier vorliegenden Größe der Ablenkung (bis zu 5 mm) nicht genügend genau ist¹⁾.

Die genauere Formel lautet

$$\rho = \sqrt{R^2 + \frac{1}{2}A^2 + \frac{1}{2}B^2},$$

wo ρ der gesuchte Krümmungsradius.

$$A = d_1 + \frac{d_2}{2}$$

$$B = \frac{d_2}{2}$$

$$R = \frac{d_1(d_1 + d_2)}{2d}$$

d_1 Abstand des Spaltes von der photograph. Platte,
 d_2 " " " " dem Präparat,
 d die gemessene Aufspaltung.

Die Abweichungen der früheren Formel gegenüber dieser sind natürlich nur von Belang bei den langsameren β -Strahlen mit kleinem Radius und großer Ablenkung.

Bei der Bestimmung der magnetischen Ablenkbarkeit ist außerdem zu berücksichtigen, daß durch das Bedecken des Präparats mit Zinnfolie die langsameren β -Strahlen einen Geschwindigkeitsverlust erleiden, der immerhin schon nachweisbar ist. Deshalb wurde zur Bestimmung der Geschwindigkeit der langsameren β -Strahlen eine Aufnahme mit unbedecktem Präparat bei demselben Feld ausgeführt.

Außerdem wurde noch eine Aufnahme bei einem halb so starken Feld hergestellt eben-

1) Bei den von uns früher angestellten Messungen der sehr langsamen β -Strahlen von Radium *D* und den zwei sehr langsamen und schwachen β -Strahlen des aktiven Niederschlags der Thoriumemanation hätte diese genauere Formel ebenfalls angewendet werden müssen, wurde aber wegen der durch die Unschärfe dieser Streifen bedingten Ungenauigkeit der Messung nicht benutzt. Die Berechnung nach der genaueren Formel ergibt für Radium *D* $\beta = 0,39$ und $0,33$ statt $0,37$ und $0,31$, für Thorium (*A + D*) $\beta = 0,36$ und $0,29$ statt $0,34$ und $0,28$.

falls mit einem unbedeckten Präparat. Die erwähnten 7 Streifen sind auf dieser Aufnahme zwar zu erkennen, aber nicht genügend getrennt, um eine Ausmessung zuzulassen. Dafür treten aber auf dieser Aufnahme noch 2 weitere schwächere, sehr stark abgelenkte Streifen auf, so daß nach den bisherigen Versuchen der aktive Niederschlag des Radiums 9 Streifen aufweist.

Wie schon erwähnt, gehören die entsprechenden β -Strahlen dem Radium *B* und Radium *C* an. Um nun zu erkennen, welche Streifen dem Radium *B* zuzuschreiben sind, wurde eine Aufnahme mit reinem Radium *C* gemacht. Das Radium *C* wurde auf einen 1 cm langen, 0,2 mm dicken Nickeldraht niedergeschlagen. Die Aktivität entsprach mehreren Milligrammen reinem Radiumbromid. Die Aufnahme ergab ein ganz anderes Bild wie Fig. 1, die fünf stark abgelenkten Streifen fehlen. Daraus folgt, daß diese fünf Streifen dem Radium *B* zuzuschreiben sind. Dagegen sind die übrigen vier Streifen zu erkennen. Leider ist die Aufnahme dieser β -Strahlen, die alle größere Geschwindigkeit besitzen, nicht so klar, daß sie sich zur Reproduktion eignen würde.

Die große Zerfallsgeschwindigkeit von Radium *C* ebenso wie Radium *B* macht die Aufnahme des magnetischen Spektrums dieser Substanzen ziemlich schwierig, da man bei nicht sehr großen zur Verfügung stehenden Radium- bzw. Emanationsmengen die elektrochemische Abscheidung mit sehr guter Ausbeute vornehmen muß, um überhaupt photographierbare Mengen zu erhalten.

Die Ergebnisse der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zur Berechnung der Geschwindigkeit ist die Lorentz-Einsteinsche Formel verwendet unter Zugrundelegung des Wertes

$$\frac{e}{m_0} = 1,77 \cdot 10^7 \text{ elektrom. Einh.}$$

β -Strahlen des aktiven Niederschlags¹⁾
des Radiums.

Geschwindigkeit (% Lichtgeschwindigkeit)	
0,98	} Radium C
0,94	
0,86	
0,80	
0,74	} Radium B.
0,69	
0,63	
0,41	
0,36	

1) Vor kurzem sind von Herrn J. Danysz (C. R. 153,

Die β -Strahlen des Radiums selbst.

Wie schon erwähnt, beteiligt sich die β -Strahlung des eigentlichen Radiums an der gesamten β -Strahlung nur zu einem sehr geringen Prozentsatz. Um diese Strahlung demnach deutlich wahrnehmbar zu machen und vor allem auch, um Störungen durch die α -strahlende Emanation zu vermeiden, wurde für die Aufnahme des Radium durch Auflösen und längeres Auskochen der Lösung von seiner Emanation befreit. Dann wurde es als Karbonat gefällt und das frisch getrocknete Pulver in einer kleinen Glasrinne zur Untersuchung gebracht. Mit großer Vorsicht wurde vermieden, daß Spuren von der Substanz außerhalb der Rinne verstreut wurden. Zur Sicherheit wurden alle Teile außer der Rinne mit Aluminiumblech von solcher Dicke bedeckt, daß es die α -Strahlen nicht hindurchließ.

Für die angestellten Versuche kam 1 mg Radium zur Verwendung. Das erhaltene Bild zeigt Fig. 2 (in zweifacher Vergrößerung). Man erkennt außer dem starken α -Strahl einen kräftigen β -Strahl und etwas weiter abgelenkt einen schwächeren β -Strahl.

Die Bestimmung der Geschwindigkeit dieser beiden β -Strahlen wurde leider nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit ausgeführt, da das kostbare Präparat uns nur einmal zur Verfügung stand. Wir mußten uns damit begnügen, unter möglichst gleichen Umständen eine photographische Aufnahme der β -Strahlen des Thoriums $A + D$ zu machen. Da die Geschwindigkeiten dieser letzteren β -Strahlen aus unseren früheren Versuchen bekannt war, konnte man annähernd auch die Geschwindigkeiten der β -Strahlen des Radiums berechnen. Es ergab sich 0,65 und 0,52 Proz. Lichtgeschwindigkeit.

Zusammenfassung.

Es wurde konstatiert, daß auch der aktive Niederschlag des Radiums und das Radium selbst ein magnetisches Linienspektrum ergeben. Die Geschwindigkeit der einzelnen β -Strahlen

339, 1911) Messungen der Geschwindigkeit der β -Strahlen des aktiven Niederschlags der Radiumemanation mitgeteilt worden. Als Strahlungsquelle diente ein mit 120 mg Emanation gefülltes Glasröhrchen von 0,04 mm Wandstärke. Die erhaltenen Werte stimmen mit unseren Werten ziemlich gut überein. Es ist aber fraglich, ob ein direkter Vergleich gestattet ist, da Herr Danysz den der Rechnung

zugrunde gelegten Wert von $\frac{e}{m_0}$ nicht angibt und die Geschwindigkeitsänderung, die durch die Glaswandung bedingt ist, nicht berücksichtigt.

wurde bestimmt aus der magnetischen Ablenkbarkeit.

Physikalisches Institut }
Chemisches Institut } der Universität Berlin.

(Eingegangen 27. September 1911.)

Über die Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit einiger Gase.

(Aus dem Physikalischem-chemischen Institut der Universität Berlin.)

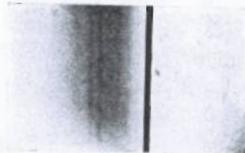
Von A. Eucken.

1. Bei der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften sehr verdünnter Gase, die neuerdings¹⁾ in den Vordergrund getreten ist, ist die mittlere freie Weglänge der Moleküle als so groß anzusehen, daß man die Zusammenstöße der Moleküle untereinander vernachlässigen kann. Der Wert der hierdurch erzielten Vereinfachung wird indessen durch den stark hervortretenden Einfluß des Materials der das Gas begrenzenden Wände herabgesetzt; so zeigte Knudsen²⁾, daß der Wärmeaustausch zwischen einem Gas und einer platinieren Platinfläche bedeutend vollkommener ist, als zwischen dem Gas und einer glatten Platinfläche. Der Energieübergang zwischen den Molekülen eines festen Körpers und eines Gases ist daher nicht allein durch spezifische Eigenschaften des Gases, sondern auch des festen Körpers bedingt, eine Beobachtung, die qualitativ sehr einleuchtend, quantitativ aber schwer eindeutig zu analysieren ist³⁾. Unter diesen Umständen scheint es günstiger zu sein, zunächst die Frage nach dem Austausch von Energie und Bewegungsgröße zwischen Gas-molekülen unter sich voranzustellen und daher noch einmal zur Untersuchung der inneren Reibung und Wärmeleitung bei höherem Druck zurückzukehren, wo nur die Zusammenstöße der Moleküle untereinander zu berücksichtigen sind, während der Einfluß der Beschaffenheit der Wandungen beseitigt ist. — Das bisherige experimentelle Material besitzt trotz seines Umfanges noch einige Lücken — insbesondere fehlen Wärmeleitfähigkeitsmessungen bei tiefen Temperaturen. Durch ihre Ausfüllung, zu der die im folgenden mitgeteilten Resultate beitragen sollen, darf man einen bessern Überblick über die Erscheinungen und daher vielleicht auch

1) F. Soddy u. A. J. Berry, Proc. Roy. Soc. London (A) 83, 254 u. 84, 576, 1910; M. Knudsen, Ann. d. Phys. 31—35.

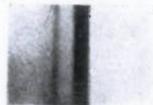
2) M. Knudsen, Ann. d. Phys. (4) 34, 638, 1911.

3) Smoluchowski, Ann. d. Phys. (4) 35, 983, 1911.



Aktiver Niederschlag des Radiums

Fig. 1.



Radium

Fig. 2.