

Przibram K.

Überreicht vom Verfasser.

Mitteilungen aus dem Institut für Radium-
forschung.

XII.

Ein einfacher Versuch zur Demonstration der Reichweite (Range) der
 α -Strahlen

von

Dr. Karl Przibram.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Februar 1912.)

Aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.
Mathem.-naturw. Klasse; Bd. CXXI. Abt. IIa. Februar 1912.

WIEN, 1912.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Mitteilungen aus dem Institut für Radium- forschung.

XII.

Ein einfacher Versuch zur Demonstration der Reichweite (Range) der α -Strahlen ¹

von

Dr. Karl Przibram.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Februar 1912.)

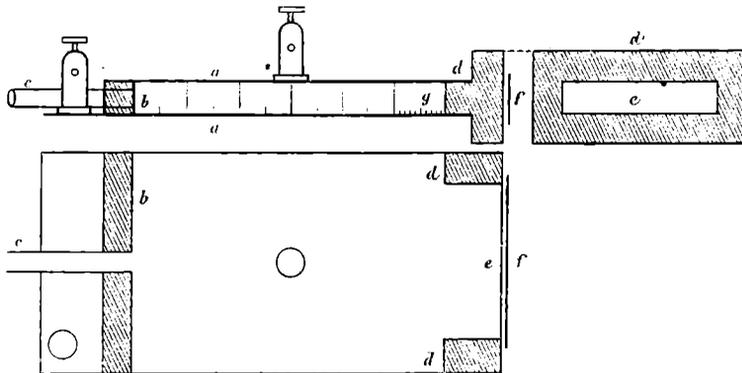
Die Reichweite der α -Strahlen läßt sich auf verschiedene Weise bestimmen (durch Leitfähigkeitsmessungen, durch Fluoreszenzbeobachtungen, photographisch etc.), doch eignet sich keine dieser Methoden zum Demonstrationsversuch. Das im folgenden beschriebene Verfahren bietet die Möglichkeit, die so charakteristische Erscheinung der begrenzten Reichweite durch einen nur wenige Minuten in Anspruch nehmenden Versuch auch einem größeren Auditorium anschaulich vorführen zu können.

Fig. 1 zeigt den Apparat. Es ist dies ein Luftkondensator, gebildet aus Messingplatten *a* von 7×4 cm Größe, die durch Hartgummistücke im Abstände von 0.5 cm voneinander gehalten werden. Das eine Stück *b* ist massiv und enthält nur eine Bohrung für das Luftzuführungsröhrchen *c*; das andere Stück stellt, wie aus der Figur ersichtlich ist, einen Rahmen dar, der einen Spalt *e* von 0.5 cm Höhe und 3 cm Länge offen läßt. An

¹ Vgl. Akad. Anzeiger III (1912).

diesen Rahmen wird ein stark aktives Poloniumblech f mittels eines Kautschukbandes angedrückt und verschließt so den Spalt. Die Vorder- und Rückwand des Apparates bilden Mikroskopobjekttträger, die mit eingeritzten Millimeterteilungen g versehen sind. Die Anfangspunkte beider Teilungen liegen in der Ebene des Poloniumbleches.

Der Kondensator wird nun mit Salmiaknebel gefüllt. Zu diesem Zwecke bläst man mittels eines Kautschukballons Luft durch zwei Waschflaschen, die Ammoniakwasser, beziehungsweise konzentrierte, chemisch reine Salzsäure enthalten, in das Luftzuführungsröhrchen. Da der Apparat nicht dicht ist,¹ entweicht die überschüssige Luft durch die Fugen und es gelingt



leicht, einen gleichmäßigen, dichten Nebel herzustellen. Es empfiehlt sich, den Nebel, um seine Dichte zu erhöhen und andererseits zu große Salmiakflocken abzuhalten, vor seinem Eintritt in den Apparat noch durch einen mit Wasser getränkten Glaswollpfropfen zu leiten. Zur subjektiven Beobachtung bringt man seitlich hinter dem Apparat eine Glühlampe an und blickt gegen einen dunklen Hintergrund. Der Nebel ist dann als weißliche Trübung deutlich sichtbar. Jetzt wird eine Spannung von etwa 220 Volt an den Kondensator angelegt. Sofort beginnt sich der Nebel in

¹ Es dürfte nicht schwierig sein, mittels eines dichten Apparates durch Einleiten von Kohlendioxyd die Abhängigkeit der Reichweite von der Gasdichte zu demonstrieren.

dem dem Polonium zunächst gelegenen Teile zu lichten und verschwindet in einigen Sekunden vollständig, während die entfernteren Partien des Nebels unverändert bleiben und nur unter dem Einfluß der Schwere ganz langsam zu Boden sinken. Es bildet sich zwischen Nebel und nebelfreiem Raume bald eine recht scharfe vertikale Grenzfläche aus, die durch Anvisieren durch die beiden Teilungen leicht zwischen zwei Millimeterstriche lokalisiert werden kann.

Ihr Abstand vom Poloniumblech ergibt sich zu $3\cdot8$ bis $3\cdot9$ *cm*, das ist die Reichweite der α -Strahlen des Poloniums. Dieses Resultat entspricht vollkommen den Überlegungen, die zur Anstellung dieses Versuches geführt hatten: die Teilchen des Salmiaknebels sind an sich ungeladen, können aber durch Ionisierung des Gases, in dem sie sich befinden, geladen werden; treten α -Strahlen in das Gas, so ionisieren sie dasselbe nur innerhalb ihrer Reichweite; nur so weit wird daher der Salmiaknebel geladen, und nur so weit wird er durch ein elektrisches Feld entfernt werden können.¹

Der Versuch, wie er hier beschrieben ist, läßt sich nun ohne weiteres projizieren und eignet sich dadurch geradezu zu einem Vorlesungsexperiment.² Der Nebelerscheint im Projektionsbild als tiefdunkle Masse, so daß beim Einfüllen das Bild der Skala ganz verschwindet. Beim Einschalten des Feldes hellt sich das Bild nächst dem Polonium rasch auf und bald kann der »Range« direkt abgelesen werden. Die Ablesung hat nahe der unteren Kondensatorplatte zu erfolgen, weil in den oberen Schichten des Nebels infolge von Strömungen Störungen auftreten.

Von α -Strahlern wurden bisher untersucht: Ionium, Radium im Minimum der Aktivität, Radium C und Polonium.³

¹ Phosphornebel, der an sich schon geladen ist, gibt deshalb bei diesem Versuch viel undeutlichere Resultate. Die Beseitigung von Phosphornebel durch ein elektrisches Feld beschreibt E. Bloch, Ann. d. Chim. e. Phys., 4, p. 115 (1905).

² Erforderlich ist eine Projektionslinse von genügender Tiefenschärfe (Zeiss Tessar, $1:6\cdot3$, $F = 18$ *cm*); auch sollen die Beleuchtungsstrahlen den Kondensator mit tunlichst geringer Konvergenz durchsetzen.

³ Die Reichweiten dieser α -Strahler sind $2\cdot8$, $3\cdot5$, $7\cdot06$ und $3\cdot86$ *cm* (nach S. Curie, Traité de Radioactivité (1910).

Ionium: Einige Körnchen von Ionium-Thoriumoxyd¹ werden in einer Reihe auf ein Stückchen Papier geklebt und an die Stelle des Poloniumbleches gebracht. Die Nebelgrenze ist nicht scharf, liegt zwischen 2 und 3 *cm* von der Strahlenquelle. Die Reichweite kann auf 2·5 *cm* geschätzt werden. Die geringe Schärfe der Grenze rührt wohl von der ungünstigen Anordnung des Strahlers sowie von der Anwesenheit durchdringenderer Strahlungen her.

Radium: Einer Lösung von zirka 1 *mg* Ra in 250 *cm*³ Wasser wurde zirka 1 *cm*³ entnommen und auf einem Platinblech von entsprechender Größe eingedampft. 4 Stunden später wurde der Versuch angestellt. Die Nebelgrenze ist scharf und liegt bei 3·5 *cm*. Bei Wiederholung des Versuches nach einigen Tagen zeigte sich die Grenze sehr verwischt infolge des Auftretens durchdringenderer Strahlen.

Radium C: Dasselbe Präparat wurde nach einiger Zeit zur Beobachtung der Reichweite des Ra C verwendet. Der Kondensator erhielt zu diesem Zwecke eine Verlängerung von etwa 2 *cm*. Die Grenze konnte nicht sehr scharf erhalten werden und ihre Lage schwankte bei verschiedenen Versuchen zwischen 6·5 und 8 *cm*. Gleichzeitig konnten Andeutungen einer Abstufung der Nebeldichte bei 3·5 *cm* (Ra) beobachtet werden.

Polonium: Die Substanz wurde in bekannter Weise elektrolytisch auf ein Platinblech niedergeschlagen; ihre Aktivität konnte auf 10 elektrostatische Einheiten geschätzt werden. Der Versuch ergab bei häufiger Wiederholung die Reichweite 3·9 *cm*.

Der beschriebene Versuch gibt noch zu einer Reihe weiterer Beobachtungen Anlaß. So wurde versucht, durch mikroskopische Messung der Steig- und Fallzeiten der einzelnen Nebelteilchen innerhalb und außerhalb der Reichweite die Ladungen zu messen. Es zeigte sich, daß auch jenseits der Reichweite sich mit ein bis zwei Quanten geladene Teilchen anscheinend in größerer Zahl als bei Abwesenheit der α -Strahlen vorfinden, daß aber die Teilchen innerhalb der Reichweite naturgemäß

¹ Auer v. Welsbach, Diese Sitzungsberichte, 119, p. 1011 (1910).

viel häufiger und höher geladen sind; es wurde eine große Zahl etwa vierfacher Ladungen gefunden, doch müssen weit höhere vorhanden sein, die sich nur durch die große Geschwindigkeit der Beobachtung entziehen.

Bei Verwendung höherer Spannungen (bis zu 5000 Volt, einer kleinen Influenzmaschine entnommen) erfolgt die Lichtung des Nebels und die Ausbildung der Trennungsfläche fast momentan. Wiederholt man den Versuch mehrmals, so kann man eine eigentümliche Anordnung des Niederschlages beobachten, der sich aus dem Nebel auf der geladenen Glaswand bildet. Dieser Niederschlag ist in den vom Polonium entfernten Teilen auf einen horizontalen Streifen nahe der unteren Kondensatorplatte konzentriert, der meist gegen das Polonium zu schütterer wird. Hier findet sich aber ein anderer Staubstreifen nahe der oberen Platte, der beiläufig am Ende der Reichweite aufhört. Diese Staubfigur erklärt sich wohl leicht, wenn man bedenkt, daß der ungestörte Nebel infolge seines Herabsinkens länger mit den unteren Partien der Glaswand in Berührung bleibt, der geladene Nebel aber länger mit den oberen.

Wie die genauere Beobachtung zeigt, schreitet die Lichtung des Nebels von der Strahlenquelle gegen das Ende der Reichweite zu fort. Dies rührt wohl daher, daß der Nebel selbst die Reichweite herabsetzt und daher erst fortgeschafft werden muß, ehe die Strahlen ihre volle Reichweite in Luft erlangen können. Auch lichtet sich der Nebel früher in der Nähe der Elektroden als in der Mitte, da sich ja ähnlich wie bei der Elektrolyse, durch Trennung der beiden entgegengesetzt geladenen Teilchenschaaeren an den Elektroden ein Verarmungsbereich bildet.

Es wurde oben der Strömungen im Nebel Erwähnung getan.¹ Mittels der hier beschriebenen Anordnung kann man sie sehr deutlich demonstrieren. Der Abstand der Kondensatorplatten wird größer gewählt, etwa 2 *cm*. Das Poloniumblech wird nicht seitlich angebracht, sondern in die Mitte auf die untere Platte gelegt. Hierauf wird Nebel eingeleitet und gewartet, bis er sich ein wenig gesenkt hat und eine deutliche

¹ Bewegungen des geladenen Salmiaknebels im elektrischen Feld hat J. Zeleny beschrieben. Proc. Camb. Phil. Soc., 10, p. 14, 1898.

obere Grenze sichtbar wird. Schaltet man nun das Feld ein, so sieht man den Nebel über dem Polonium eruptiv emporsteigen und sich in Pinienform verbreiten; es bildet sich eine doppelte Zirkulation aus und in der Mitte des aufsteigenden Astes erscheint ein lichter, nebelärmerer Streifen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß der Salmiaknebel als Indikator für den Ionisierungszustand eines Gases noch in anderen Fällen Anwendung finden könnte.
