

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung

Nr. 80

Über die Existenz einer Polonium-Wasserstoff- verbindung

Von

Robert W. Lawson

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. Juli 1915)

Eine Betrachtung der Beziehung zwischen den Elementen Schwefel, Selen, Tellur und Polonium in dem periodischen System der Elemente führt zur Annahme, daß das Polonium mit Wasserstoff sich in Form eines Polonium-Wasserstoffes verbinden sollte. Wenn diese Verbindung existiert, würde man erwarten, daß sie entweder gasförmig oder wenigstens bei Zimmertemperatur leicht flüchtig wäre. Während der Bestimmung der Bragg'schen Kurve für Polonium in Wasserstoff beobachtete der Verfasser Effekte, welche für die Existenz einer solchen Verbindung sprechen.

Für einen bestimmten gegebenen Druck des Wasserstoffes in der Versuchsanordnung (vgl. die vorhergehende Arbeit: Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 79) und eine bestimmte Distanz des Poloniumpräparates von der Ionisationskammer ergab sich der Wert des in letzterer gemessenen Stromes als fortwährend anwachsend, so, als ob ein aktives Gas bis gegen und in die Ionisationskammer hinein diffundierte. Dieser Effekt ist aus den Resultaten der folgenden Tabelle ersichtlich, welche die Werte

Nummer	Datum	Temperatur in Grad Celsius	Druck in Millimeter	Strom in 10^{-4} elektrostat. Einheiten	Bemerkungen
1	2./3. 1915	18	740	6·2	Ionisationskammer und Vorkammer getrennt durch ein Glimmerfenster.
2	9./3. 1915	18	740	5·5	
					Während dieser Zeit brach das Glimmerfenster zweimal; es wurden Kurven auch ohne Glimmerfenster während dieser Zeit gemessen.
3	25./3. 1915	18	740	21·0	Ionisationskammer und Vorkammer in direkter Verbindung. Poloniumpräparat täglich im Apparat.
4	29./3. 1915	18	740	21·6	
5	31./3. 1915	18	740	65·0	
6	2./4. 1915	18	740	91·4	

des Stromes in Luft in der Ionisationskammer zu verschiedenen Zeiten wiedergibt. Die tatsächliche prozentuelle Zunahme des Stromwertes war nach kurzen Zeitintervallen kaum merklich, nach mehreren Stunden jedoch ganz deutlich, und am folgenden Tage wurde eine sehr bedeutende Zunahme beobachtet. Vor jeder dieser Messungen wurde das Poloniumpräparat entfernt und der Wasserstoff aus dem Apparat mittels Luft ausgespült. Man kann sehen, daß der Wert der natürlichen Ionisation im Versuchsgefäß im Verlauf eines Monats bis zum 15fachen Betrage seines ursprünglichen Wertes anwuchs und daß der Zuwachs bei Abwesenheit eines Glimmerfensters zwischen Ionisations- und Vorkammer sehr rasch erfolgte. Daß dies dem Polonium und nicht einer anderen Störung zuzuschreiben war, geht aus den ersten beiden Resultaten hervor, wo die Kammern nicht in direkter Verbindung standen.

Das Anwachsen der natürlichen Ionisation im Versuchsgefäß wurde zuerst in folgender Weise bemerkt. Nach der Bestimmung einer Bragg'schen Kurve im Wasserstoff, wobei

die Kammern mit Hilfe eines Glimmerfensters getrennt waren, löste sich das Glimmerfenster an einer Seite los, so daß die Kammern dann in Verbindung waren. Das Glimmerfenster wurde wieder befestigt und 3 Tage nach den ersten Messungen eine Poloniumkurve im Wasserstoff wieder unter

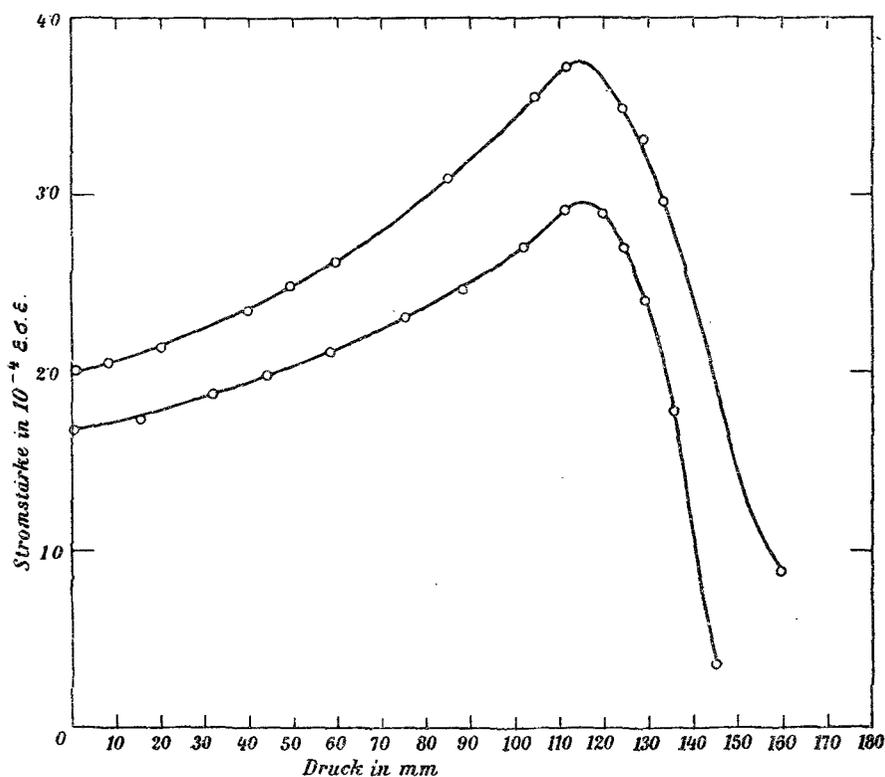


Fig. 1.

genau denselben Bedingungen und mit demselben Poloniumpräparat aufgenommen. Die Kurven in Fig. 1 stellen die so erhaltenen Resultate dar. Man bemerkt, daß die Lage des Maximums der Kurven praktisch dieselbe ist, daß aber die Ordinaten im ersten Teil der Kurven sich um mehr als 20% erhöht haben. Überdies ist das Endstück der Kurve verlängert, ein Effekt, der sehr leicht erklärt werden kann durch ein Anwachsen der Aktivität des Inhaltes der Vorkammer, die

zwischen dem Präparat und der Ionisationskammer liegt. Das allgemeine Höherliegen des Stromwertes im ersten Teile der Bragg'schen Kurve beweist zweifellos, daß Polonium in die Ionisationskammer gelangt war, während das Glimmerfenster sich losgelöst hatte. Dies kann ganz leicht erklärt werden durch Annahme einer chemisch instabilen, gasförmigen Poloniumverbindung, welche bei fortschreitender Zersetzung sich an den Elektroden und an dem Glase der Ionisationskammer niederschlug; denn wenn dieses Gas stabil gewesen wäre, so hätte man den Zuwachs des Stromes nicht in so hohem Maße erwarten können, da der Apparat unmittelbar nach dem Lösen des Glimmerfensters sofort mit Luft ausgespült worden war. Wenn dagegen dieses Gas Polonium-Wasserstoff gewesen ist, so ist es leicht begreiflich, daß nach Einlassen von Luft in den Apparat der Polonium-Wasserstoff sofort durch die Wirkung der kleinen Mengen durch die α -Strahlen ionisierten Sauerstoffes zersetzt wurde.

Um möglichst die Verteilung des Poloniums in der Ionisationskammer zu bestimmen, wurde das Verhältnis der Stromwerte in Luft bei normalem Druck für elektrische Felder von 320 und 40 Volt/cm ermittelt. Der Wert dieses Verhältnisses wurde zu 1·05 gefunden. Moulin hat nun die folgenden Werte für verschiedene Versuchsbedingungen angegeben:

Stromverhältnis	Strahlen senkrecht zum elektrischen Feld	Strahlen unter 45° zum elektrischen Feld	Strahlen parallel zum elektrischen Feld	Für β - und γ -Strahlen
$\frac{i_{320}}{i_{40}}$	1·05	1·05	1·16	1·02

Es geht daraus hervor, daß das abgelagerte Polonium höchstwahrscheinlich in der Ionisationskammer ganz gleichförmig verteilt war und auch die Versuche mit dem Inhalte der Vorkammer bestätigten diese Anschauung.

Natürlich könnte man die beschriebenen Erscheinungen auch anderen Ursachen als der Bildung eines Polonium-Wasserstoffes und seiner nachfolgenden Zersetzung und Ab-

lagerung im Inneren des Apparates zuschreiben. Es wäre z. B. begreiflich, daß bei niedrigeren Drucken die Rückstoßatome des Radium *G* Poloniumatome mitreißen, wenn an einzelnen Stellen die unterste Lage, von der das Radium *G* aufliegt, noch von einer weiteren Poloniumlage bedeckt ist.¹ Jedenfalls ist der zu erwartende Effekt sehr gering, da man ja sichtbare Schichten von Polonium bis jetzt noch nicht erhalten hat und auch bei den starken Präparaten, die in der vorliegenden Arbeit vom Autor gebraucht wurden (Stromäquivalent bis zirka 1000 elektrostatische Einheiten), die Anzahl solcher lokaler doppelter oder mehrfacher Schichten sehr gering sein wird. Überdies, wenn der Zuwachs der Aktivität im Apparat vom Rückstoß der aktiven Schicht herrühren würde, müßte sich die Aktivität hauptsächlich an der dem Präparat zugewandten Oberfläche vorfinden und von der Natur des in der Röhre vorhandenen Gases unabhängig sein. Dies war jedoch keineswegs der Fall, da die Aktivität ziemlich gleichmäßig an allen Flächen des Apparates, sogar an der Außenseite des Poloniumhalters, also hinter dem Präparat, verteilt war und die Aktivität an Glasoberflächen stets kleiner war als an Metalloberflächen.

Eine zweite Möglichkeit wäre, daß das Polonium in Wasserstoff leichter flüchtig ist wie in Luft; es ist gezeigt worden, daß dies für die aktiven Niederschläge von Radium und Actinium tatsächlich der Fall ist (vgl. die Versuche von Schrader² und Russell³), obgleich deren Experimente bei viel höheren Temperaturen ausgeführt worden sind als die des Autors. Man könnte annehmen, daß in einer Wasserstoffatmosphäre das Polonium in metallischem Zustande, in Luft dagegen als Oxyd vorhanden ist und daß die Flüchtigkeit dieser beiden Substanzen eben verschieden ist. Daß dies aber die Ursache der beobachteten Effekte gewesen ist, scheint kaum wahrscheinlich, da in dem Falle von Polonium in Luft keinerlei abnormale Änderung der natürlichen Ionisation im

¹ Tatsächlich scheint ein solcher Effekt vorhanden zu sein und weitere Versuche darüber sind im Institut für Radiumforschung im Gange.

² Schrader, *Phil. Mag.*, 24, 125 (1912).

³ Russell, *Phil. Mag.*, 24, 134 (1912).

Versuchsgefäß auch über lange Zeiträume beobachtet wurde im Gegensatz zu den im Wasserstoff erhaltenen Resultaten. Um diesen Punkt jedoch genauer zu untersuchen, wurden zwei Kurven mit demselben Poloniumpräparat und ohne Glimmerfenster unter genau gleichen Versuchsbedingungen aufgenommen; im ersten Fall enthielt der Wasserstoff eine Spur von Luft, gerade ausreichend, um die Reichweite der α -Partikel von 15.95¹ zu 13.62 bei 0° C. und 760 mm Druck zu reduzieren, während bei dem zweiten Experiment der Wasserstoff ganz rein war. Die Kurven, deren Bestimmung in beiden Fällen 3 Tage erforderte, sind nebenstehend (vgl. Fig. 2) wiedergegeben und man kann beobachten, daß die erste ganz kontinuierlich läuft, während die letztere Knicke aufweist, die der Zunahme der Stromwerte an den aufeinanderfolgenden Tagen entsprechen. Es scheint dies untrüglich darauf hinzuweisen, daß wir es hier nicht mit bloßer Verdampfung des Poloniums zu tun haben, sondern vielmehr mit der Bildung einer gasförmigen Verbindung zwischen Polonium und Wasserstoff, welche durch die Wirkung ionisierten Sauerstoffes augenblicklich wieder zerlegt wird. Weiters zeigten Experimente, bei denen der Druck im Apparat durch Einlassen von Wasserstoff in die Vorkammer plötzlich geändert wurde, daß die Diffusionsgeschwindigkeit des aktiven Gases verhältnismäßig groß war. Ergänzende Experimente darüber sind im Gange, wobei beabsichtigt ist, die Existenz des Polonium-Wasserstoffes durch seine chemische Wirkung an verschiedenen Metallen zu bestätigen, welche Wirkung als analog der des Schwefelwasserstoffes zu erwarten wäre. Die Versuche sind sehr kompliziert wegen der außerordentlichen Schwierigkeit, bei großen Gefäßen, die bloß durch Glasschliffe verschlossen sind, das Eindringen von kleinen Spuren von Luft vollkommen auszuschließen. Solch ein Eindringen von Luft in den Apparat führt zur sofortigen Zersetzung des Polonium-Wasserstoffes und zum Mißlingen des Experimentes. Nebenbei möchte ich erwähnen, daß Paneth und v. Hevesy² bei

¹ Taylor, Phil. Mag., 26, 404 (1913).

² Paneth und v. Hevesy, Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, 45. Wiener Sitzungsber., 122, 1051 (1913).

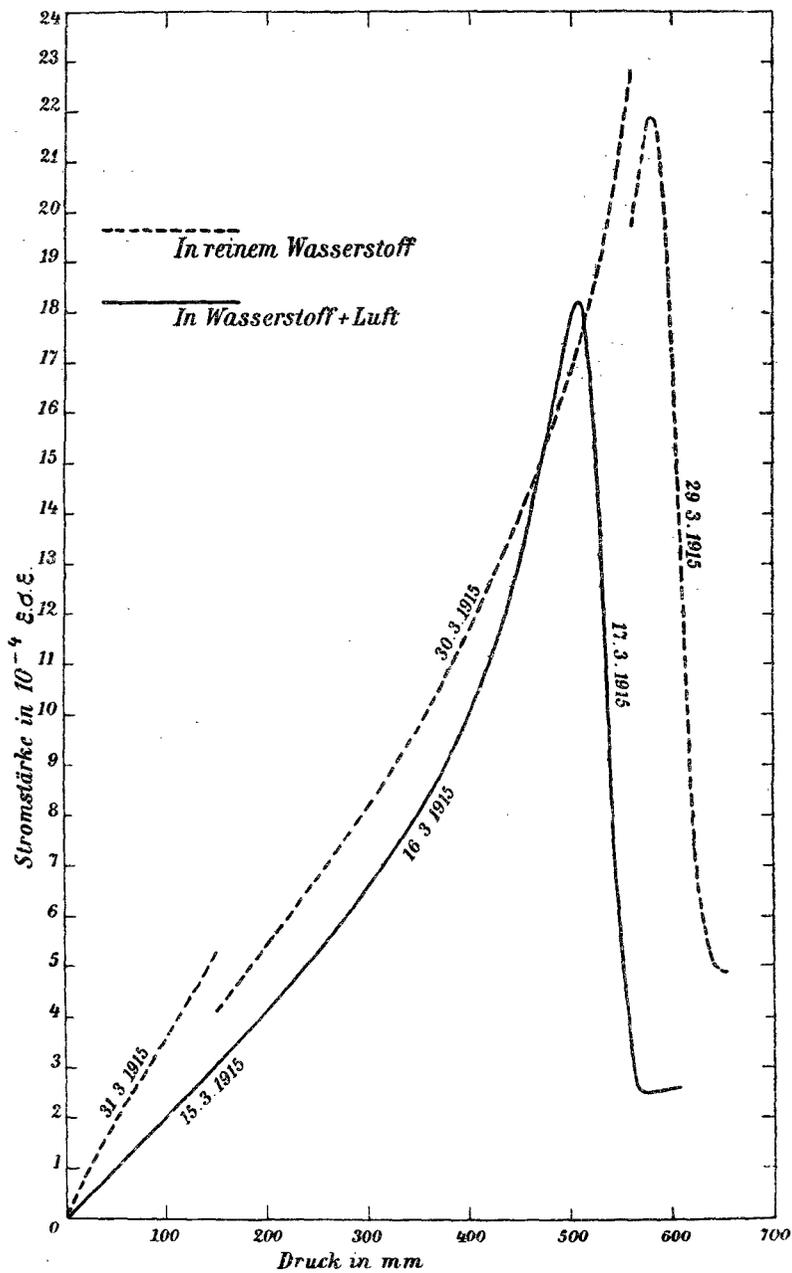


Fig. 2.

ihren Experimenten über die Verflüchtigung von Polonium eine ausgesprochene Affinität des Poloniums für Platin festgestellt haben, welches in dem kühleren Teile des Apparates aufgehängt wurde und eine noch größere Affinität für Palladium. Die Autoren geben zwei Erklärungsmöglichkeiten für diesen Effekt: 1. Bildung einer Verbindung des Platins, beziehungsweise Palladiums mit Polonium oder 2. Anwesenheit von okkludiertem Wasserstoff in diesen Metallen. Aus dem Obenerwähnten geht hervor, daß die zweite Annahme die wahrscheinlichere Ursache für den von den Autoren beobachteten Effekt ist, da das Polonium eine starke Affinität für Wasserstoff besitzt und daher in die Platin- oder Palladiumoberflächen eindringt.¹

Zusammenfassung.

Während der Bestimmung der Bragg'schen Kurve für Polonium in Wasserstoff wurden abnormale und verhältnismäßig rasche Anstiege des Ionisationsstromes beobachtet. Es wird gezeigt, daß diese Effekte nicht erklärt werden können durch die Anwesenheit von Poloniumatomen, welche durch Rückstoßatome des Radium *G* aus ihrer Schicht herausgerissen worden sind und auch nicht erklärt werden können durch größere Flüchtigkeit des Poloniums in einer Wasserstoffatmosphäre gegen der in Luft. Die Effekte können am ehesten gedeutet werden durch Annahme einer Verbindung von Polonium mit Wasserstoff, welche durch den in der Luft infolge der starken α -Strahlung ionisierten Sauerstoff leicht zersetzt wird und bei gewöhnlicher Temperatur verhältnismäßig hohen Dampfdruck besitzt.

¹ Vgl. St. Meyer, Hess und Paneth, Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, 64. Wiener Sitzungsber., 123, 1471 (1914).
