Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwisenschaftliche Gesellschaft
Band: 46 (1905)

Artikel: Über die Radioaktivitätsabnahme des Radiotellurs
Autor: Greinacher, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834921

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

XI.

Über die Radioaktivitätsabnahme des Radiotellurs.

Von Dr. **H. Greinacher.**

1. Es war im Jahre 1902, als W. Marckwald aus der Joachimsthaler Pechblende eine stark radioaktive Substanz isolierte[1]), welche ihrem chemischen Verhalten nach dem Tellur verwandt war. Die Substanz erhielt daher von ihrem Entdecker den Namen Radiotellur. Lange Zeit schien es, dass die Radioaktivität dieses Körpers, welche in der Emission von α-Strahlen bestand, ähnlich wie die des Radiums, unvermindert fortbestehe. Wenigstens schien die fluoreszenzerregende Wirkung mancher Radiotellurpräparate mit der Zeit nicht abzunehmen[2]), und konnte man schliesslich eine Abnahme der Aktivität bemerken, so war man nicht sicher, ob diese etwa einer mechanischen Abnützung der mit Radiotellur belegten Platten zugeschrieben werden musste.

Über die Radioaktivitätsabnahme des Radiotellurs konnten erst genauere Messungen mittels der sogen. „elektrischen Methode", welche die einzigen exakten

[1]) W. Marckwald. Bericht der deutschen chemischen Gesellschaft. 35, p. 2285 und 4239. 1902.

[2]) W. Marckwald. Physikalische Zeitschrift. 4, p. 54. 1902.

Resultate dieser Art liefert, entscheiden. Diese Methode wird heutzutage meist in der Form angewendet, dass man zwei Metallplatten einander horizontal gegenüberstellt, auf die untere Platte die radioaktive Substanz in feiner Verteilung bringt und die Jonisierung der Luftschicht zwischen den Platten durch den Sättigungsstrom misst. Dieser gibt dann ein direktes Mass für die Stärke der Radioaktivität.

2. Für das Radiotellur sind nun auf Anregung des Herrn Prof. Marckwald[1]) eine Reihe von Versuchen ausgeführt worden. Die Versuchsanordnung war dabei folgende: Zwei schmale Silberblechstreifen wurden an je zwei Platindrähten in ein Glasröhrchen eingeschmolzen, so dass sich die Metalle in ca. 2 mm Abstand gegenüberstanden. Der eine der beiden Streifen war auf der dem andern zugewandten Seite mit Radiotellur belegt, so dass die Luft zwischen den Metallen jonisiert wurde. Die Menge des auf der ca. 1 cm^2 grossen Oberfläche verteilten Radiotellurs betrug höchstens $\frac{1}{1000}$ mg. Nachdem nun das Glasröhrchen mit trockner Luft gefüllt und abgeschmolzen war, wurden noch zur Verhütung der Oberflächenleitung des Glases die Einschmelzstellen mit Schellack umgeben.

3. Anstatt das Verfahren mit dem piëzo-elektrischen Quarz, wie es zuerst von Frau Curie angewendet wurde, zu benützen, wurde der Sättigungsstrom in folgender Weise gemessen: Die eine Belegung A eines Messkondensators von 0,1 bis 1 Mikrof. wurde mit dem einen

[1]) Vgl. die vorläufige Mitteilung von W. Markwald: Bericht der deutschen chemischen Gesellschaft, 38, p. 591, 1905, und die ausführlichere Publikation von W. Marckwald, H. Greinacher und K. Herrmann: Jahrbuch der Radioaktivität, 2, p. 136, 1905.

Silberstreifen a verbunden, während die andere Belegung B geerdet war. Wenn man nun an den noch freien Silberstreifen b die Spannung der städtischen Zentrale (ca. —110 Volt) anlegte, während zunächst der mit dem Kondensator verbundene Streifen a geerdet war, dann hatte man, wie festgestellt wurde, den Sättigungsstrom. Hob man die Erdung an a A auf, so lud sich der Kondensator langsam auf. Indem man die Zeit t mass, in welcher sich dieser auf ein kleines Potential p auflud, konnte die Grösse des Sättigungsstromes in absolutem Mass ermittelt werden. Wählt man dabei p nur klein, so kann man den Strom während der ganzen Dauer der Kondensatoraufladung als konstant betrachten. Das gilt insbesondere für den Fall des Sättigungsstroms, wo eine kleine Veränderung der Potentialdifferenz zwischen den Elektroden ohne Bedeutung ist. Man durfte also schreiben, der Sättigungsstrom

$$i = \frac{e}{t} = \frac{cp}{t}$$

wobei e die in der Zeit t auf den Kondensator übergegangene Elektrizitätsmenge und c die Kapazität des Kondensators bedeuteten. Drückt man c in Farad, p in Volt und t in Sekunden aus, so erhält man i in Ampère. Gibt man c, wie üblich in Mikrofarad an, so hat man zu schreiben

$$i = 10^{-6} \cdot \frac{cp}{t} \text{ Ampère}$$

Für p wurde in der Regel 0,1 Volt gewählt, und kam, um diese kleine Potentialdifferenz mit grosser Genauigkeit bestimmen zu können, ein empfindliches Dolezaleksches Quadrantelektrometer in heterostatischer Schaltung zur Verwendung. Dabei wurde eine Nullmethode

benützt, betreffs deren Beschreibung hier an andere Stelle[1]) verwiesen werden soll.

4. Hier seien die Messungsergebnisse wiedergegeben, welche nach der beschriebenen Methode erhalten worden sind. Setzt man die Anfangsintensität des Stromes ($0{,}39 \cdot 10^{-9}$ Ampère) gleich 1000, so waren die nach verschiedenen Zeiten sich ergebenden Stromintensitäten folgende:

Zeit in Tagen	Stromstärke
0	1000
70	725
97	591
128	514
260	265
319	210

Diese Zahlen lassen deutlich erkennen, dass der Sättigungsstrom und somit auch die Radioaktivität des Präparats abnahmen. Es ist aber noch mehr daraus zu ersehen. Gibt man nämlich die Zahlen in der Weise graphisch wieder, dass man als Abscissen die Zeiten, als Ordinaten die Logarithmen der Stromstärken aufträgt, so liegen die Punkte innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler auf einer Geraden, d. h. sie folgen dem Exponentialgesetz

$$i = i_0 e^{-\lambda t}$$

wo i_0 den Sättigungsstrom zur Zeit $t = o$ bedeutet. Da i der Radioaktivität proportional geht, so bedeutet der Exponentialausdruck auch das Gesetz für die Radioaktivitätsabnahme des Radiotellurs.

Nun ist aber allgemein nachgewiesen, dass die

[1]) H. Greinacher: Dissertation. Berlin 1904. Annalen der Physik, 16, p. 714. 1905.

Wirksamkeit jedes radioaktiven Stoffes nach diesem Gesetz abnimmt, indem nach der heute fast allgemein anerkannten Atomzerfallstheorie in jedem Zeitelement ein konstanter Bruchteil der noch unverändert gebliebenen Substanzmenge zerfällt. Dieses Gesetz, welches analog für die in der Chemie bekannten monomolekularen Reaktionen gilt, kann aber nur für die wenigsten radioaktiven Substanzen ohne weiteres nachgewiesen werden, da die meisten wieder in radioaktive Körper zerfallen, deren besondere Radioaktivitätsabnahme sich dann der andern superponiert[1]). Umgekehrt kann man aus dem Vorhandensein einer komplizierteren Abklingung der Radioaktivität einer Substanz darauf schliessen, dass diese aus einem Gemisch besteht.

Dies ist nun für das Radiotellur nicht der Fall. Bis auf welche Genauigkeit die Messungen mit dem Exponentialgesetz übereinstimmen, sei durch die unten folgende Zusammenstellung ersichtlich gemacht. Indem man durch die beobachteten Punkte in der oben erwähnten graphischen Darstellung die am wenigsten von diesen abweichende Gerade zog, ist die konstante λ bestimmt worden. Hat man die natürlichen Logarithmen der Stromstärken aufgetragen, so ist λ durch die trigonometrische Tangente des Neigungswinkels der Geraden gegen die Abscissenaxe gegeben. Man erhielt so den Wert $\lambda = 0.00497$ [Tage^{-1}][2]). Wenn man

[1]) Vgl. die theoretischen Ausführungen von J. Stark. Jahrbuch der Radioaktivität. 1, p. 1, 1904.

[2]) St. Meyer und E. v. Schweidler fanden durch ihre beinahe gleichzeitig angestellten Versuche (Bericht der Akademie der Wissenschaften. Wien, 114, p. 391, 1905) den etwas höheren Wert $\lambda = 0.00511$.

den mit dieser Konstanten berechneten Werten die beobachteten an die Seite stellt, so ergibt sich:

Zeit in Tagen	i beobachtet	i berechnet
70	725	706
97	591	618
128	514	529
260	265	274
319	210	205

Die berechneten Werte weichen, wie ersichtlich, im Maximum $4\,^1/_2\,\%$ von den beobachteten ab, so dass die Übereinstimmung mit dem Exponentialgesetz als eine befriedigende betrachtet werden darf.

Die Resultate habe ich des weiteren an einer mit Radiotellur belegten Kupferplatte bestätigen können. Da das Präparat sehr aktiv und ferner die belegte Fläche ziemlich gross war ($10\,^1/_2$ cm^2), konnte hier der Sättigungsstrom zwischen diesem und einer unbelegten Kupferplatte leicht galvanometrisch bestimmt werden. Bezüglich des ausführlichen Berichtes über diese Messungen möchte ich hier auf das Original[1]) verweisen. Es ergab sich auch hier das Resultat, dass das Radiotellur als ein wohldefinierter, einheitlicher Körper anzusehen ist.

5. Damit schien auch der Unterschied dargetan zwischen dem Radiotellur und dem Curieschen Polonium, da Frau Curie seinerzeit keine bestimmte Abklingungskonstante für das Polonium angegeben hatte. Neuerdings sind aber auch von dieser Seite genauere Messungen ausgeführt worden[2]), welche zu zeigen geeignet

[1]) H. Greinacher: Jahrbuch der Radioaktivität. 2, p. 139. 1905.

[2]) S. Curie: Comptes Rendus 142, p. 273, 1906. Physikalische Zeitschrift 7, p. 146. 1906.

sind, dass das Radiotellur und das Polonium identisch sind. Frau Curie fand, dass ihr Polonium die Konstante $\lambda = 0{,}00495$ besitzt. In den Messungen sind die ältesten Präparate verwendet worden, so dass die Resultate dafür sprechen, dass schon von Anfang an das Polonium rein dargestellt worden ist, also der Name Polonium nicht etwa einem Gemisch von radioaktiven Substanzen gegeben worden ist. Frau Curie wendet sich auch gegen die Erklärungsmöglichkeit[1]), dass seinerzeit das Polonium mit radioaktiven Substanzen, welche rasch ihre Aktivität verloren hätten, vermengt war und dieses infolgedessen erst bei ihren jetzigen Messungen rein gewesen sei. Es wird daher von der Verfasserin der Name Polonium reklamiert. Die Besprechung der Frage, in welcher Weise diese Benennungsfrage wohl zu lösen sein wird, dürfte hier jedoch von wesentlichem Interesse nicht sein.

6. Wichtiger sind die neuesten Anschauungen über die Herkunft des Radiotellurs, welche sich dadurch mit einem Schlag zu klären scheinen, dass das Radiotellur und das Radium F sich mit grosser Wahrscheinlichkeit als identisch erwiesen haben[2]). Für beide sind nämlich nahe übereinstimmende Abklingungskonstanten gefunden worden. Es wäre damit nicht nur der Beweis erbracht, dass das Radiotellur ein Abkömmlung des Radiums ist, es wären auch zugleich die zwischenliegenden Zerfallsprodukte bekannt. Im Einklang damit ist ferner die Tatsache, dass das Radiotellur zusammen mit dem Radium in der Pechblende vorkommt. Es erinnert dies an die analoge Beziehung zwischen

[1]) S. Curie: Physikalische Zeitschrift. 7, p. 180. 1906.
[2]) E. Rutherford: Philos. Mag. 10, pag. 290. 1905.

Radium und Uran. Hier ist nicht nur das dauernde Zusammenvorkommen dieser Elemente für eine grosse Anzahl von Mineralien nachgewiesen worden[1]), es hat sich auch ein konstantes Mengenverhältnis der beiden Substanzen in allen Mineralien ergeben. Die Erklärung dieser Beziehung fällt nach der Zerfallstheorie nicht schwer[2]).

Ähnliches ist nun zwar für das Radiotellur noch nicht nachgewiesen. Insofern man aber das Radiotellur mit Radium F identifizieren darf, wäre man über die Herkunft desselben doch schon genauer unterrichtet, als über die des Radiums. Denn, wenn auch der direkte Nachweis des Entstehens von Radium aus Uran erbracht zu sein scheint[2]), so ist man doch hier betreffs der Zwischenglieder noch im Ungewissen. Für das Radiotellur ist nun wenigstens bei seiner Identität mit Radium F eine Reihe von Vorfahren bekannt. Betreffs seiner Zerfallsprodukte weiss man jedoch auch nur so viel, dass sie jedenfalls nicht radioaktiv sind. Da es nun sehr wahrscheinlich ist, dass „das Radiotellur das in der Schwefelreihe des periodischen Systems der Elemente noch fehlende Element mit etwas höherem Atomgewicht als Wismut“ (208)[3]) ist, so käme diesem etwa das Atomgewicht 212 zu. Als schweratomiges Zerfallsprodukt des Radiotellurs könnte daher etwa Blei (207) oder Wismut (208) in Betracht kommen. Freilich dürfte der Nachweis der Entstehung von Blei oder Wismut aus Radiotellur selbst bei dem günstigen Umstand, dass letzteres schnell zerfällt, schwer halten;

[1]) Boltwood: Philos. Mag. 9, p. 599, 1905.
Strutt: Proc. Roy. Soc. 76, p. 88, 1905.
[2]) Vgl. F. Soddy: Philos. Mag. 9, p. 768, 1905.
[3]) W. Marckwald: Jahrbuch der Radioaktivität. 2, p. 133, 1905.

denn die Menge des überhaupt vorhandenen Radiotellurs beträgt nur wenige Milligramm.

7. Mehr Aussicht dürfte ein Versuch, das zweite Zerfallsprodukt des Radiotellurs nachzuweisen, haben, insofern man annehmen darf, dass dieses gasförmig ist. Es wäre insbesondere wahrscheinlich, dass aus dem Radiotellur Helium entsteht, da dieses vornehmlich in radioaktiven Mineralien okkludiert gefunden wird. Auch ist die Verwandlung der Radiumemanation in Helium vielfach nachgewiesen[1]), ebenso wie neuerdings auch über die Entstehung von Helium aus Aktinium[2]) berichtet worden ist.

Da heute die Methoden, das Helium spektralanalytisch nachzuweisen, viel empfindlicher sind[3]), als sie beispielsweise noch Ramsay bei seinen Untersuchungen über Radiumemanation und Helium verwenden konnte, so habe ich bereits im Sommer 1905 einen Vorversuch gemacht, um eine etwaige Entstehung von Helium aus Radiotellur festzustellen, indem ich eine mit dieser Substanz belegte Kupferplatte in eine Spektralröhre von möglichst kleinem Volumen einschloss. Nach Verfluss eines Monats konnte aber noch keine Heliumlinie beobachtet werden. Nun lässt es aber eine Rechnung unter der Annahme, dass ein Radiotelluratom ein Heliumatom liefert, ferner, dass 2 % Helium[3]) in einem Gas-

---

[1]) Vgl. z. B. W. Ramsay und F. Soddy: Proc. Roy. Soc. 73, p. 346, 1904. Zeitschrift für physikalische Chemie. 47, p. 490, 1904 und 48, p. 682, 1904. Physikalische Zeitschrift. 5, p. 349, 1904. Fortschritte der Physik. 59, pag. 169, 1903. F. Himstedt und G. Meyer: Annalen der Physik. 17, p. 1005, 1905.

[2]) A. Debierne: Comptes Rendus. August 1905.

[3]) J. E. Lilienfeld: Dissertation. Berlin 1905. Annalen der Physik. 16, p. 931, 1905.

gemisch wahrnehmbar seien, als wahrscheinlich erscheinen, dass selbst bei nur $\frac{1}{1000}$ mg Substanz, etwa entstehendes Helium beobachtet werden kann, insofern das Gasvolumen der Spektralröhre genügend klein genommen wird.

Herr M. Kernbaum (Genf) und ich haben daher die Frage unter verfeinerten Versuchsbedingungen wieder aufgenommen. Die Versuche, die zur Zeit noch nicht abgeschlossen sind, haben aber bis jetzt noch zu keinem entscheidenden Ergebnis geführt. Ich muss mich infolgedessen hier darauf beschränken, über die quantitative Bestimmung der Radioaktivitätsabnahme des Radiotellurs berichtet zu haben, während über die Umwandlungsprodukte desselben erst weitere Versuche Aufschluss zu geben haben.