

401. G. v. Hevesy und F. Paneth: Über die Darstellung von Radium D in sichtbaren Mengen und seine chemische Identität mit Blei.

[Aus dem Institut für Radiumforschung der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.]

(Eingegangen am 28. September 1914.)

Das Emanation genannte Edelgas, das beim Zerfall des Radiums entsteht, verwandelt sich sukzessive in einige mehr oder weniger kurzlebige Elemente, die unter dem Namen »aktiver Niederschlag« bekannt sind. Die Begründer der Umwandlungstheorie stellten bereits die metallische Natur dieser Elemente fest; die wichtigsten Eigenschaften konnten mit Hilfe von indirekten, zu diesem Zwecke ersonnenen Methoden ermittelt werden¹⁾, obwohl es nicht möglich war, irgend eines dieser Umwandlungsprodukte in wägbaren Mengen darzustellen. Eine einfache Überlegung lehrt, daß nach entsprechend langer Zeit die Mengen von Muttersubstanz und Umwandlungsprodukt sich umgekehrt verhalten wie ihre Lebensdauern; da das Radium in 1700 Jahren zur Hälfte zerfällt und z. B. das »Radium A« genannte Umwandlungsprodukt in 3 Minuten, so können wir im Besitz von 1 mg Radium nur 10^{-9} mg Radium A gewinnen. Am günstigsten liegen die Verhältnisse beim Radium D, dessen Halbwertszeit 17 Jahre beträgt; hier sollte es möglich sein, durch Sammeln der Emanation von 1 mg Radium während 17 Jahren $\frac{1}{200}$ mg Radium D zu gewinnen.

Eine solche Aufspeicherung von Emanation findet in der Natur in radiumhaltigen Mineralien statt, und entsprechend wurde schon bald nach Beginn der Radiumforschung Radium D in Pechblende und verwandten Gesteinen nachgewiesen; sie enthalten aber sämtlich auch Blei und es zeigte sich, daß das Radium D beim Aufarbeiten dieser Mineralien stets zusammen mit dem Blei abgeschieden wurde. Alle Versuche, es von letzterem zu trennen, waren ergebnislos²⁾, dieser Weg zur Darstellung von reinem Radium D also nicht gangbar.

Indessen ist es uns dank den großen Radiummengen, die dem Wiener Institut für Radiumforschung zur Verfügung stehen, gelungen, aus Emanation reines Radium D und Radium D-Superoxyd in sichtbaren und auch elektromotorisch wirksamen Mengen zu gewinnen.

¹⁾ E. Rutherford, *Radioactive Substances and their Radiations* (Cambridge 1913), p. 487 ff. F. Soddy, *The Chemistry of the Radio-Elements* (London 1911), p. 55 ff.

²⁾ Vergl. F. Paneth und G. v. Hevesy, *Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch.* **122**, 993 [1913]. *M.* **34**, 1393 [1913].

Die Emanation von 1 g Radium-Element (1 »Curie«-Emanation) wurde in ein Quarzgefäß überführt, dieses abgeschmolzen und nach dem Zerfall der Emanation, d. h. nach einigen Wochen, wieder aufgeschnitten und mit Salpetersäure ausgewaschen; die erhaltene Lösung wurde elektrolysiert. Je nach den Bedingungen, unter welchen die Elektrolyse ausgeführt wurde, konnten wir Radium D oder dessen Superoxyd in sichtbaren Beschlägen von nahezu $\frac{1}{100}$ mg Gewicht darstellen. Alle Operationen wurden zur Erzielung möglicher Sauberkeit in Quarzgefäßen ausgeführt und die zur Verwendung gelangenden Lösungen durch Quarzkühler destilliert; auch die starke Aktivität unserer Drähte, die mit der berechneten übereinstimmte, bewies, daß tatsächlich reines Radium D vorhanden war. Der Vergleich einer galvanischen Kette, aufgebaut aus $| \text{RaD O}_2 | \text{RaD}(\text{NO}_3)_2 |$ und der Vergleichselektrode, mit einer aus $| \text{Pb O}_2 | \text{RaD}(\text{NO}_3)_2 |$ analog aufgebauten, und der Zusatz von Blei-Ionen zu beiden Ketten ergab, daß Radium D und Blei nicht nur in hohem Maße ähnlich, sondern chemisch völlig vertretbar sind¹⁾.

Schon die Tatsache der Untrennbarkeit von Radium D und Blei hatte zu der Ansicht geführt, daß beide Elemente außerordentlich ähnlich sind; man war zu der Annahme gekommen, daß in diesem und den analogen Fällen so nahe verwandte Elemente vorliegen, daß ihnen ein und derselbe Platz im periodischen System zugewiesen werden muß²⁾. Ob diese »isotopen Elemente« aber chemisch als ein Stoff anzusehen sind, war durch die Untrennbarkeit ebensowenig bewiesen wie durch die Feststellung³⁾, daß Radium D auch in bleifreiem Zustande mit Kupfer- und Kaliumnitrit einen Niederschlag von derselben Farbe und Krystallform liefert, wie Blei. Die oben erwähnten Versuche führen aber zur Folgerung, daß Blei und Radium D — und entsprechend wohl auch die anderen Gruppen isotoper Elemente⁴⁾ — sich elektrochemisch wie ein und derselbe Stoff verhalten, daß also als Bleikonzentration die Summe der Blei- und Radium D-Konzentrationen zu betrachten ist.

Vor drei Jahren gelangte Rutherford⁵⁾ von experimentellen Tatsachen ausgehend zu dem Schluß, daß der materielle Teil des

¹⁾ Näheres siehe Physik. Ztschr. 15, 797 [1914] und Mittel. a. d. Inst. f. Radiumforschung 66.

²⁾ Zum ersten Male ausgesprochen von D. Strömholm und The Svedberg (Z. a. Ch. 63, 197 [1909]) für Radium, Thorium X und Actinium X.

³⁾ R. Whytlaw Gray, Nature 91, 658 [1913].

⁴⁾ Versuche über die Abscheidung von Thorium B unterhalb der Zersetzungsspannung führten zum gleichen Resultat. Siehe darüber Physik. Zeitschr. loc. cit.

⁵⁾ Phil. Mag. 21, 669 [1911].

Atoms, der Atomkern, nur einen verschwindend kleinen Bruchteil des Volumens einnimmt und daß der übrige Teil des Atoms von Elektronen, einer Art elektrischem Schutzring des Atomkerns, eingenommen wird. Der Kern trägt eine gewisse Zahl positiver elektrischer Ladungseinheiten, die Elektronen zusammengenommen gleich viele negative. Diese Ladungszahl stellt sich immer mehr als eine fundamentale physikochemische Größe heraus, die in vielen Fällen an Stelle des Atomgewichts tritt. Die neuen Entdeckungen auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen gestatten, die Kernladungszahl der meisten Elemente zu bestimmen; es zeigte sich, daß sie stets um eine Einheit zunimmt, wenn man im Mendelejeffschen System von einem Element zum nächst höheren fortschreitet¹⁾, und ferner, daß die sogenannten isotopen Elemente wie Radium D und Blei dieselbe Kernladungszahl haben²⁾. Da nach unsrer Untersuchung isotope Elemente als chemisch vertretbar, also trotz ihrer Verschiedenheit im Atomgewicht und im radioaktiven Verhalten als derselbe Stoff angesehen werden müssen, ergibt sich, daß nicht die Gleichheit aller Eigenschaften erforderlich ist, sondern die der Kernladungszahl genügt, um zwei Atome chemisch als ein und dasselbe Element erscheinen zu lassen.

Zusammenfassung.

Es ist gelungen, eines der Zerfallsprodukte der Radium-Emanation, das Radium D, in sichtbaren und elektromotorisch wirksamen Mengen darzustellen. Es erwies sich als elektrochemisch völlig gleichartig mit inaktivem Blei; sind beide gleichzeitig in einer Lösung vorhanden, so ist in der Formel des Massenwirkungsgesetzes als Bleikonzentration die Summe der Blei- und Radium-D-Konzentrationen einzusetzen.

402. Otto N. Witt und H. Truttwin: Über Umlagerungen bei Aryl-amiden der *m*-Nitro-benzolsulfonsäure.

[Aus dem Techn.-chem. Institut der Technischen Hochschule zu Berlin.]

(Eingegangen am 14. Okt. 1914; vorgetr. in d. Sitz. von Hrn. Otto N. Witt.)

Gelegentlich einer Untersuchung über die Reindarstellung aromatischer Sekundärbasen machte der eine von uns³⁾ die Beobachtung, daß bei der Verseifung des Äthyl-*p*-tolyl-toluol-*p*-sulfamids mit einer etwa 80-prozentigen Schwefelsäure ein beträchtlicher Teil zu einer

¹⁾ H. G. J. Moseley, Phil. Mag. **26**, 1024 [1913]; **27**, 705 [1914].

²⁾ E. Rutherford und C. Andrade, Phil. Mag. **27**, 854 [1914].

³⁾ Otto N. Witt und D. Uermenyi, B. **46**, 296 [1913].