

# Zeitschrift für angewandte Chemie

Seite 329—352

Aufsatzteil

6. Juni 1913

## Zur Frage der Umwandlung von Elementen.

Referat von GEORGE JAFFÉ.

(Eingeg. 8./5. 1913.)

Diejenigen Fälle von Umwandlung eines Elementes in ein anderes, welche die radioaktive Forschung bis jetzt mit Gewißheit nachgewiesen hat, unterscheiden sich sehr wesentlich von den Umwandlungen, welche die Alchemie des Mittelalters geträumt, und noch die Chemie des 19. Jahrhunderts zu erzielen versucht hat: es sind Umwandlungen, die sich nach bestimmten, quantitativen Gesetzen und mit Notwendigkeit vor unseren Augen abspielen, die wir bis jetzt aber in keiner Weise in ihrem Verlauf zu beeinflussen vermögen. Es ist aber bekannt, daß schon vor einer Reihe von Jahren der Versuch unternommen wurde, die Strahlung radioaktiver Substanzen als Hilfsmittel zu benutzen, um eine willkürliche Atomumwandlung herbeizuführen — wie es zunächst schien, mit Erfolg. Ramsay glaubte 1907, später im Verein mit Cameron, mehrere Fälle von Umwandlung nachgewiesen zu haben: so sollte sich (außer anderen Reaktionen) bei der Einwirkung von Niton (Radiumemanation) auf reines Wasser das Edelgas Neon, bei Einwirkung von Niton auf Kupfersalzlösungen Lithium bilden. Ramsays Behauptungen begegneten aber weitgehendem Skeptizismus: Frau Curie und Fräulein Gleditsch wiesen nach, daß die von ihm beobachteten Lithiumspuren aus den verwendeten Glasgefäßen stammen konnten, und Rutherford zeigte später, daß auch bei der Einwirkung von Niton auf Wasser nur das Auftreten von Helium, nicht von Neon zu beobachten ist, wenn das Eindringen von Luftspuren während des Versuches vermieden wird.

Neuerdings (J. of Chemistry, Juli 1912) hat nun Ramsay eine Abhandlung veröffentlicht, in der er die Behauptung aufrecht erhält, daß Neon entsteht, wenn Niton bei Gegenwart von Wasser („also vermutlich“, wie er hinzufügt, „in wässriger Lösung“) zerfällt. Der Beweis seiner Behauptung beruht auf Beobachtungen und Experimenten. Die Beobachtungen sind an dem Wasser der „Königsquelle“ in Bath angestellt; es ist dies ein stark radiumsalz- und emanationhaltiges Wasser, das große Mengen von Gas abgibt. Dieses Gas ist von Ramsay untersucht worden, es enthält pro Liter 0,78 mal soviel Argon, 188mal soviel Neon und 73mal soviel Helium als ein Liter Luft. Die Gegenwart von so viel Neon ist nach Ramsay unerklärlich, wenn es nicht durch die Einwirkung von Niton auf Wasser entsteht. Und zwar muß diese Einwirkung vorwiegend in wässriger Lösung vor sich gehen, weil bei dem Zerfall von Niton in Luft nur Helium entsteht, und die untersuchten Gase enthalten achtmal soviel Neon als Helium. Dabei liegen die Möglichkeiten vor, daß 4 Heliumatome ein Neonatom geben, oder daß auch das Wasser bei der Umwandlung beteiligt ist.

Zu der gleichen Folgerung, wie aus der Untersuchung der Bather Quelle, gelangt Ramsay auf Grund eines Laboratoriumversuches. Eine beträchtliche Menge Niton (etwa  $\frac{1}{10}$  ccm) wurde mit etwa 5 ccm Thoriumnitratlösung eingeschmolzen. Das Reaktionsgemisch wurde nach zwei Jahren geöffnet, und das entstandene Gas auf das sorgfältigste analysiert (das Niton war natürlich schon lange zerfallen). Es fand sich nach Absorption der übrigen Gase ein Gemenge von Helium und Neon; nach dem volumetrischen und spektroskopischen Befund bestand mindestens ein Drittel oder ein Viertel davon aus Neon. Es hätten also mehr als 4 ccm Luft eindringen müssen, wenn das gefundene Neon aus der Luft stammen sollte. Das erklärt Ramsay für unmöglich; auch zeigte die Untersuchung der an Kohle kondensierten Gasreste, daß nur ganz unbedeutende Ar-

gonspuren vorhanden waren, während beträchtliche Mengen hätten gefunden werden müssen, wenn das Neon mit Luft eingedrungen wäre. Darum zieht Ramsay, wie schon früher, den Schluß, daß Neon durch Atomumwandlung entstanden ist.

Etwa gleichzeitig mit dieser Veröffentlichung, die eine ältere Behauptung bestätigen sollte, berichtete Ramsay in einem Briefe an die Zeitschrift „Nature“ (Juli 1912) von einem ganz neuen Vorstoß, den er in der Frage der Atomumwandlung unternommen hat, und im Februar 1913 teilte er der Chemical Society einige Einzelheiten über diese neuen Versuche mit. (Siehe Nature, 13. Februar, und Journal of Chemistry, Febr. 1913.)

Bei seinen neuen Versuchen hat sich Ramsay die Frage vorgelegt, ob auch negativ geladene Teilchen eine Atomumwandlung hervorzurufen vermögen. Da nun beim Zerfall von Niton nur etwa 6% der abgegebenen Energie als  $\beta$ -Strahlung auftritt, hat Ramsay zunächst nicht die Wirkung von  $\beta$ -Strahlen des Radiums, sondern von Kathodenstrahlen in Entladungsröhren untersucht. In seinen ersten Versuchen hat Ramsay vier stark verfärbte, alte Röntgenröhren zertrümmert und in ein Verbrennungsrohr gebracht. Nach viermaligem sorgfältigen Auswaschen mit Sauerstoff wurden die Glassplitter auf Rotglut erhitzt, und das abgegebene Gas gesammelt. Dieses Gas wurde in der üblichen Weise von Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure befreit, und der an Kohle von der Temperatur der flüssigen Luft nicht kondensierbare Rest in ein capillares Entladungsröhr gebracht. (Ramsay empfiehlt das Gefrierenlassen des abschließenden Quecksilbers.) Die spektroskopische Untersuchung ergab ein glänzendes Heliumspektrum und einige Neonlinien.

Bei den späteren Versuchen wurden die Röntgenröhren als Ganzes bis 350° erhitzt, und die abgegebenen Gase untersucht: mit dem gleichen Ergebnis. Wurden jetzt nachträglich die Röhren zertrümmert und wie bei dem ersten Versuche untersucht, so wurde nichts mehr gefunden; dieses Experiment zeigt als blinder Versuch, daß bei den notwendigen Operationen keine Luft eindringen kann; es hätten aber bei dem ersten Versuche 22 ccm Luft eindringen müssen, um das Ergebnis zu erklären.

Was die Deutung dieser Versuche betrifft, so schlägt Ramsay die Hypothesen vor, daß entweder während des Entladungsvorganges Helium und Neon durch das Glas eindringen können — nicht aber Sauerstoff und Stickstoff, oder daß es sich um irgendeine Atomumwandlung unter der Wirkung der Kathodenstrahlen handelt. Gleichzeitig mit Ramsay haben Collie und Patterson der Chemical Society eine Mitteilung: „Über Gegenwart von Neon in Wasserstoff, nach dem Durchgang einer Entladung durch Wasserstoff bei niedrigen Drucken,“ vorgelegt. (Hierüber liegt bisher nur der Zeitungsbericht aus der Morning Post, abgedruckt in Nature, 13. Febr., vor.) Beide Forscher sind unabhängig voneinander — und von ganz verschiedenem Ausgangspunkt ausgehend — zu der Überzeugung gekommen, daß die Anwesenheit von Neon sich in einem Entladungsröhr nachweisen läßt, nachdem die Entladung durch reinen Wasserstoff gegangen ist. Es wurden besondere Versuche angestellt, welche widerlegen sollten, daß das Neon eine ursprüngliche Verunreinigung darstelle oder im Verlauf des Experimentes in das Röhr gelange oder aus dem Glase stamme oder während der Entladung durch die erhitzte Glaswand gelangen könne. Namentlich um die letzte Möglichkeit auszuschließen, haben die beiden Experimentatoren das Entladungsröhr mit einem zweiten Röhr umgeben; aber immer fanden sie im inneren Röhr Neon, ob nun das äußere mit Neon, Helium gefüllt oder ganz evakuiert war. Bei Versuchen der zuletzt erwähnten Art fand sich im

äußeren Rohr, nachdem die Entladung im inneren vor sich gegangen war, ein Gemisch von Neon und Helium. Über die Herkunft dieser Gase sind verschiedene Hypothesen möglich; die Autoren vertreten die Auffassung, daß es sich um eine wirkliche Atomumwandlung unter dem Einflusse der Entladung handelt, mögen nun die ursprünglich vorhandenen Gase, oder die Bestandteile des Rohres dabei beteiligt sein.

In dem gleichen Hefte der Nature vertritt J. J. Thomson eine andere Deutung der Versuche von Ramsay, Collie und Patterson. Diese Deutung stützt sich auf eigene Versuche von J. J. Thomson. Dieser bedient sich zum Nachweis geringer Gasspuren nicht der Spektralanalyse, sondern der von ihm herrührenden Methode der positiven Strahlen. Nach dieser Methode unterwirft man einen feinen Strahl von positiven (Kanal-) Strahlen der Wirkung eines starken magnetischen Feldes und bestimmt auf photographischem Wege den Betrag der auftretenden Ablenkungen. Die Ablenkung eines einzelnen Teilchens ist abhängig vom Verhältnis seiner Ladung zu seiner Masse; da nun erstere ein einfaches Vielfaches der Elementarladung ist, gestattet die Ablenkung einen Rückschluß auf die Masse, d. h. das Atomgewicht des Teilchens. Diese Methode ist nach Thomson empfindlicher als die spektroskopische.

Bei Versuchen der genannten Art war Thomson Teilchen eines Gases von dem Atomgewicht 3 begegnet; um die günstigsten Bedingungen für die Bildung dieses Gases, das er  $X_3$  nennt, zu studieren, und zugleich um zu entscheiden, ob es sich um dreiatomigen Wasserstoff oder ein unbekanntes Gas handelt, hat Thomson seine Versuche angestellt.

Thomson hat nun beobachtet, daß diejenigen Umstände, welche dem Auftreten von  $X_3$  günstig sind, auch stets Neon und Helium auftreten lassen. Alle drei Gase treten fast immer auf (Thomson nennt noch andere Bedingungen), wenn Metalle von Kathodenstrahlen bombardiert werden. Dabei erschöpft sich die Bildung, und zwar von Neon und Helium schneller als von  $X_3$ .

Aus diesen Versuchen schließt Thomson, daß — auch in den Versuchen von Ramsay, Collie und Patterson — die Gase von vornherein in den Elektroden vorhanden waren und durch das bei der Entladung auftretende Bombardement befreit werden. Nach ihm sind die Gase so fest gebunden, daß sie durch Erhitzen nicht befreit werden; bei den Ramsayschen Versuchen würden sie durch die Entladungen in den Röntgenröhren entbunden sein und sich dann in loserer Weise an den Glaswänden festgesetzt haben. —

Die weitere Forschung wird zeigen müssen, ob bei den Versuchen von Ramsay, Collie und Patterson etwa noch andere von den Thomsonschen abweichende Bedingungen vorliegen oder nicht, bevor man an eine willkürliche Atomumwandlung wird endgültig glauben können. Jedenfalls ist es von Wichtigkeit, daß diese Versuche — im Gegensatz zu den früheren — mit den üblichen Laboratoriumseinrichtungen ausgeführt werden können und keine starken radioaktiven Präparate erfordern. [A. 106.]

## Internationale Baufachausstellung Leipzig 1913.

### I. Die Baustoffprüfung auf der Internationalen Baufachausstellung.

Von Dr. ARTHUR FÜRTH, Leipzig.

(Eingeg. 22./5. 1913.)

Sicherlich wird die große Mehrzahl unserer Fachgenossen beim Besuche der Baufachausstellung zunächst durch das herrliche architektonische Bild der Gesamtanlage sowohl, wie auch der Einzelheiten gefesselt werden. Dann aber wird es den Chemiker mit allen seinen beruflichen Sinnen in die Halle ziehen, wo in der Nachbarschaft der „Bauliteratur“ die Kgl. sächsische Mechanisch-

technische Versuchsanstalt der Techn. Hochschule Dresden eine Ausstellung des Gebietes veranstaltet hat, auf dem die Baukunst die Physik und Chemie am härtesten streift, ja teilweise auch durchdringt: die Prüfung der Baustoffe. Die Eigenart des Gegenstandes bringt es mit sich, daß das Hauptgewicht auf die mechanische, also physikalische Prüfung gelegt ist, doch ist auch der chemischen Baumaterialuntersuchung ein genügend weiter Raum gelassen. Die Ausstellung, die eine vollständige, betriebsfertige Materialprüfungsanstalt darstellt, ist außer von der Veranstalterin bestritten von den Schwesteranstalten in Berlin-Großlichterfelde und München, sowie von einer Reihe hervorragender deutscher Firmen, zu denen sich eine schweizerische Apparatenbaufirma hinzugesellt hat.

Die Ausstellung gliedert sich — trotz Fehlens äußerlicher Trennungswände — in die Prüfung 1. von Zement und Beton, sowie gebrannten Steinen, 2. von Metallen, besonders Stahl und Eisen, und 3. von Holz und Faserstoffen. Eine getrennte Stelle enthält die Maschinen zur Zerkleinerung und Mischung der Rohmaterialien, sowie zur Herstellung der für die eigentliche Prüfung benutzten Probekörper. Erwähnt sollen hier werden: eine Betonmischmaschine System Eirich (ausgestellt vom Georgs-Marien Bergwerks- und Hüttenverein A.-G.), eine Diamantkreissäge zur Herstellung von Gesteinsprobekörpern (A. Herberg, Pirna), eine Schleifmaschine zur Erzielung planparalleler Körper (Henrich & Söhne, Hanau), verschiedene Schlagapparate zur Herstellung absolut gleichmäßiger Probekörper (Chem. Laboratorium für Tonindustrie, Berlin NW.), Mörtelmischmaschinen mit Zählwerk, eine Betonstampfmaschine System Schmidt, die die willkürlichen und unwillkürlichen Einflüsse des Handstampfens ausschalten soll, ein Sandstrahlgebläse (Alfred Gutmann, Ottensen b. Hamburg) zur Prüfung von Fußbodenbelagstoffen und anderen Materialien, eine Vorrichtung nach Belubsky zur Prüfung des Verhaltens von Zement und Mörteln bei tiefen Temperaturen, Mühlen, Wagen usw. Im eigentlichen Prüfungsraum hat das mechanisch-technische Laboratorium der Technischen Hochschule München neben anderen Objekten Originalinstrumente von Bauschinger, so seinen Rollenapparat (zur Messung der Durchbiegung von Decken, Balken u. dgl.), den Spiegelapparat und den Tasterapparat ausgestellt, das Materialprüfungsamt Berlin-Großlichterfelde verschiedene Apparate von Martens, so z. B. einen Spiegelapparat, einen Apparat zur Feststellung des Schlagens von Wellen, Spiegelmanometer, Dehnungsmesser, einen Tellerapparat, Kontaktmanometer, ferner einen Martens-Kennedy-Apparat zur Dehnungsmessung u. a. Von Firmen, die in dieser Abteilung ausgestellt haben, müssen Erwähnung finden: Oskar A. Richter, Dresden, sowie Laboratorium für Tonindustrie, Berlin NW., mit verschiedenen Apparaten zur Zement- und Betonprüfung auf Zug, Druck, Biegungs- und Knickfestigkeit. Louis Schopper, Leipzig, mit einer Zementzerreißmaschine mit Federwage; besonderes Interesse werden zwei Röhrenprüfungspressen System Koenen finden, deren eine den Widerstand gegen den äußeren Druck (Scheiteldruck), die andere den gegen inneren Druck mißt. — Ein chemisches Laboratorium ist von F. Hugershoff, Leipzig, ausgestellt.

Von Apparaten zur Prüfung metallischer Baustoffe sind so ziemlich alle derzeit gebräuchlichen vorhanden: Mohr & Federhoff, Mannheim, haben ausgestellt eine Zerreißmaschine für 50 000 kg Maximalbelastung, eine Universalprüfmaschine für Zug, Druck und Biegung, ein großes Pendelschlagwerk, Bauart Charpy, einen Härteprüfer mit direkter Gewichtsbelastung u. a. Von v. Tarnogrocki, Essen, sind mehrere Zerreißmaschinen, sowohl liegende wie stehende für hydraulischen und Handbetrieb da. Louis Schopper, Leipzig, stellt in dieser Abteilung ein Pendelhammerwerk für Kerbschlag, sowie einen Härteprüfer (Brinellsche Kugelprobe) aus, bei welcher letzterem die Vertiefung des Eindrucks gemessen wird. Gerechtes Erstaunen löst eine von der Kgl. sächsischen Mechanisch-technischen Versuchsanstalt ausgestellte Schnellzugsschiene aus, bei der mittels Spiegelapparates die Durchbiegung demonstriert wird, die ein leiser Druck, etwa mittels eines Fingers, hervorruft.