

Radium Ra.

Atomgewicht 224.

535. Da die Entdeckung dieses rätselhaften Körpers eng mit den Erscheinungen der Radioaktivität verknüpft ist, die er darbietet, so seien einige Worte über diese eigentümlichen Energieformen vorausgeschickt.

Radioaktivität. Becquerel beobachtete 1896, daß Uranverbindungen die Eigenschaften besitzen, auf die photographische Platte zu wirken und die Luft leitend zu machen; diese elektrische Leitfähigkeit zeigt sich besonders dadurch, daß in ihrer Nähe befindliche Elektroskope sich entladen.

Ihre Einwirkung ist im ganzen der der X-Strahlen sehr ähnlich.

Schon früher wurde auseinandergesetzt (vgl. 186), daß man jetzt annimmt, eine elektrische Ladung entstehe aus der Vereinigung einer gewissen Zahl sehr kleiner elektrischer Massen positiver oder negativer Elektronen. Diese Elektronen, die man ebensogut als elektrische Atome bezeichnen kann, besitzen, wie die körperlichen Atome, die Fähigkeit, andere Elektronen oder materielle Atome anzuziehen. Diesen gegenüber sind sie einwertig und ihre Verbindung mit einem chemischen Atom gibt ein Ion. Durch Verbindung mit einem entgegengesetzt geladenen Elektron bilden sie ein elektrisch neutrales „Molekül“. Dies kann gespalten werden; wenn die aus dieser Zerlegung hervorgehenden Elektronen an einem körperlichen Gegenstand haften bleiben, wird dieser positiv oder negativ geladen.

Die Elektronen können jedoch auch unabhängig bestehen, ohne als Ionen verbunden zu sein oder an einem materiellen Körper zu haften. Sie müssen nur eine genügende Geschwindigkeit besitzen, damit sie sich von dem körperlichen Stützpunkt, mit dem sie verknüpft sind, losreißen können. Das beobachtet man bei den Kathodenstrahlen, die durch ein Fortschleudern negativer Elektronen entstehen, die von den Kathoden emanieren und mit einer Fortbewegung versehen sind, deren Schnelligkeit die des Lichtes erreichen kann. Bisher hat man nur die negativen Elektronen in dem eines körperlichen Stützpunktes entbehrenden Zustand beobachtet. Die positiven Elektronen werden von der Materie viel energischer gebunden und konnten bisher noch nicht abgetrennt werden.

536. Dringt ein negatives Elektron, das durch eine genügende elektrostatische Entladung fortgeschleudert ist, in ein Gas ein, so kann es dank

der ihm innewohnenden ungeheuren kinetischen Energie den Zerfall elektrisch neutraler Moleküle verursachen. Die so entstandenen positiven und negativen Elektronen binden sich sofort an benachbarte Gas-moleküle. Dadurch kommt es zur Bildung positiv oder negativ geladener gasförmiger Moleküle, die man Gasionen nennt. Die Entstehung dieser Gasionen verleiht dem Gas Leitfähigkeit, so daß geladene Körper sich in einem ionisierten Gas entladen. Diese Leitfähigkeit ist vorübergehend; allmählich wirken die positiven und negativen Elektronen durch elektrostatische Anziehung aufeinander und neutralisieren sich gegenseitig; es bilden sich wieder elektrisch neutrale Moleküle.

Man hat festgestellt, daß die negativen Elektronen eine gewisse Masse besitzen, die ungefähr gleich $\frac{1}{2000}$ der des Wasserstoffatoms ist.

537. Nicht allein die Entladungen in den Röntgenröhren besitzen die Fähigkeit, die Aussendung freier Elektronen zu verursachen. Die Uranverbindungen haben dieselbe Fähigkeit, aber die von ihnen gelieferte strahlende Energie rührt von einer viel komplexeren Erscheinung her als der einfachen Fortschleuderung negativer Elektronen; sie entsenden andere Strahlen als die Kathodenstrahlen.

Diese Eigenschaft, geladene Teilchen auszusenden, auf die photographische Platte einzuwirken und die Luft leitend zu machen, wird als Radioaktivität bezeichnet. Ihre größte Intensität weist sie bei den Radiumverbindungen auf, findet sich jedoch in geringerem Grade bei den Verbindungen des Urans, des Thors und einiger anderer noch wenig bekannter Körper, wie des Aktiniums und des Poloniums.

538. Herr und Frau Curie hatten beobachtet, daß aus Uranmineralien (Joachimsthaler Pechblende) abgeschiedene Baryumsalze eine Radioaktivität besaßen, die viel höher als die der Uranverbindungen war. Durch eine sehr sorgfältige und mühevollen Arbeit konnten sie von diesen in die Bromide umgewandelten Baryumsalzen eine minimale Menge eines Bromids abscheiden, dessen Radioaktivität außerordentlich kräftig war und bei weiteren Reinigungsversuchen nicht mehr zunahm.

Das Salz war durch ein besonderes Spektrum charakterisiert; es schien also ein chemisch definiertes Individuum zu sein. Die beiden Curies gaben dem neuen Element, das in dieser Verbindung enthalten sein mußte, den Namen Radium.

Die außerordentliche Seltenheit des Radiums (1 Tonne Pechblende liefert nur einige Dezigramme) hat bisher keine eingehende chemische Untersuchung gestattet; man weiß, daß es wie das Baryum ein unlösliches Sulfat liefert, dessen Zusammensetzung dem Radium das Atomgewicht 225 erteilen würde. Die mangelnde Kenntnis der Eigenschaften des Radiums erlaubt nicht mit Sicherheit die Behauptung, daß dieser Körper ein Element, ein wirklich einfacher Körper sei. Es ist sogar wahrscheinlich, daß dem nicht so ist, worauf die bemerkenswerten Erscheinungen hindeuten, die die Radioaktivität des Radiums begleiten.

Die Salze des Radiums entsenden drei verschiedene Arten von Strahlen:

1. Strahlen, die aus negativen Elektronen bestehen, und die man als β -Strahlen bezeichnet. Sie scheinen mit den Kathoden-

strahlen identisch zu sein und dringen wie sie durch eine dicke Aluminiumplatte hindurch.

2. γ -Strahlen, die aus einer Modifikation der β -Strahlen entstehen und noch durchdringender als diese sind, sich aber im magnetischen Feld nicht ablenken lassen. Sie sind derselben Art wie die X-Strahlen.
3. α -Strahlen, die in chemischer Hinsicht die interessantesten sind. Diese Strahlen bestehen tatsächlich aus Gasionen, die eine ungeheure Geschwindigkeit besitzen ($2,5 \times 10^9$ cm in der Sekunde) und die aus der Bindung eines positiven Elektrons an ein einatomiges Heliummolekül bestehen.

Nur die β - und γ -Strahlen dringen durch Glas hindurch. Daraus folgt, daß eine Probe von Radiumbromid, die in einer Glasröhre aufbewahrt wird, negative Elektrizität abgibt. Da von den drei Strahlenarten die α -Strahlen bei weitem überwiegen, so beladet sich das Radiumbromid mit positiver Elektrizität.

Das Radiumatom (?) zersetzt sich also beständig in Heliumatome, die mit positiver Elektrizität geladen sind. Das ist aber nicht das einzige Zersetzungsprodukt. Zugleich entsteht ein anderes gasförmiges Zersetzungsprodukt, das man als Emanium oder Radium α bezeichnet, und das man bei -150° kondensieren kann, während das Helium der Verflüssigung widersteht. Das Emanium siedet bei -62° und schmilzt bei -71° , die kritische Temperatur liegt bei $104,5^{\circ}$. Die Dichte ist 110 ($H = 1$). Daraus ergibt sich unter der Annahme, daß das Molekül einatomig ist, das Atomgewicht 220.

Das Emanium läßt sich nicht aufbewahren. Nach 386 Tagen hat es sich zur Hälfte in einen festen Körper, das Radium A, und ein elektrisch geladenes Helium, das also α -Strahlen aussendet, umgewandelt.

Mit Periode (Halbierungskonstante) eines radioaktiven Elementes bezeichnet man die Zeit, die zur Umwandlung der Hälfte seiner Masse nötig ist. Die Dauer der Radium A - Periode beträgt nur 3 Minuten, unter Aussendung von α -Strahlen geht es in Radium B über. Dieses ist inaktiv, aber seine Periode beträgt nur 37 Minuten; es verwandelt sich in Radium C, das alle drei Strahlenarten aussendet. Die Periode des Radium C beläuft sich auf 28 Minuten. Es verwandelt sich in inaktives Radium D, dessen Periode 50 Jahre umfaßt und das in Radium E übergeht. Dieses entsendet α -, β - und γ -Strahlen und geht in Radium F über, dessen Identität mit dem Polonium bewiesen scheint. Polonium ist gleichfalls radioaktiv; seine Periode umfaßt 207 Tage. Unter Aussendung von α -Strahlen geht es in einen inaktiven Körper über, der noch nicht genügend untersucht ist, und den man als Radium X bezeichnet. Vielleicht ist es mit dem Blei identisch.

Die Periode des Radium selbst würde nach Rutherford 1880 Jahre umfassen.

Wenn das Radium nur eine solch kurze Existenz hat, so kann man wohl die Frage aufwerfen, wieso das Element (?) noch auf der

Erdoberfläche bestehen kann. Man nimmt an, daß das Radium selbst erst ein Produkt einer sehr langsamen Umwandlung des Urans ist, dessen Zerlegung 40 000 000 000 Jahre erfordern würde, ein Ergebnis, das man aus einem Vergleich der Radioaktivität des Urans mit der des Radiums geschlossen hat. So würden sich also beständig aus dem Uran kleine Radiummengen bilden.

Die befriedigendste Erklärung des Vorganges der Zerlegung des Radiums besteht in der Annahme, daß dieser Körper kein Element, sondern ein Radikal ist, das aus einer Verbindung des Heliums mit einem Element besteht, dessen Natur noch nicht feststeht, vielleicht Radium X.

Das Radium wäre also ein Analogon des Ammoniums oder besser des Sulfiniums SH_3' , eines unbekanntes Radikals, von dem aber organische Abkömmlinge bekannt sind. Könnte das Ion Sulfinium SH_3' sich in H_2S , einen elektrisch inaktiven Körper, und ein freies gasförmiges H' -Atom zerlegen, so wäre dieses H' -Ion, d. h. die Verbindung eines Wasserstoffatoms mit einem positiven Elektron, vollständig gleich den α -Strahlen und der Schwefelwasserstoff dem inaktiven Radium B.

Die Ionisation des Schwefelwasserstoffs, gefolgt von der Aussendung der beiden freien Gasionen H' und dem Verlust der beiden negativen Elektronen des übrig bleibenden Schwefelions, würde gleichzeitig α - und β -Strahlen liefern (negative Elektronen). Diese Zersetzung würde absolut der Umwandlung des Radiums B in Radium C, dann D entsprechen. Dieses würde dem freien inaktiven Schwefel entsprechen, nur bildet dieser im Fall des Sulfiniums den letzten Grad der Spaltung, während Radium D noch eine weitere Zerlegung erleiden kann.

Die Zersetzung des Radiums unter Bildung von positiven und negativen Elektronen hat einige Gelehrte darauf geführt, die Hypothese aufzustellen, daß diese die Urmaterie darstellen, aus der die Atome aller Elemente bestehen (vgl. 457). Vielleicht wird die Zukunft lehren, ob diese Hypothese begründet ist.

539. Die isolierte Radiumemanation zerfällt von selbst in Helium und Radium A. Aber bei Anwesenheit von Wasser liefert sie an Stelle von Helium Neon; in Berührung mit Kupfersulfat Argon. Die ungeheure Energieentwicklung, die die Zerlegung des Emaniums begleitet, soll nach Ramsay ein Zerfall des Kupferatoms in Lithium und Natrium verursachen. Das wäre das erste Beispiel des Zerfalls eines Elementes in ein anderes von geringerem Atomgewicht. Auffallend ist, daß alle drei gasförmigen Produkte des Zerfalls der Emanation Glieder der Argongruppe sind, und daß, wenn die Versuche von Ramsay sich bestätigen, das Kupfer sich in zwei Elemente spaltet, die derselben Gruppe des Mendelejeffschen Systems angehören, wie es selbst. Die von Ramsay erhaltenen Ergebnisse würden dann eine sehr wesentliche Bestätigung des wissenschaftlichen Wertes dieser Aufstellung und der eben erwähnten Hypothese über die Zusammensetzung der Elemente sein.