Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung
Nr. 200

Über die Atomzertrümmerung durch α-Partikeln
VI. Die Zertrümmerung von Kohlenstoff, II. Teil

Von

Hans Pettersson

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 28. April 1927)

In einer früheren Mitteilung[1] wurden die ersten Messungsergebnisse des Verfassers, woraus die Zertrümmerung des Kohlenstoffatomes sich ergab, wiedergegeben. Wie schon damals hervorgehoben wurde, beansprucht Kohlenstoff in dieser Beziehung ein besonderes Interesse. Da es ein isotopenfreies Element von genau dreifachem Atomgewicht des Heliums ist, so wäre eine Wasserstoffabspaltung davon schwer vereinbar mit der Annahme eines möglichst weitgehenden Heliumaufbaues der Elemente. Die in Cambridge bisher gemachten Versuche, H-Teilchen aus α-bestrahltem Kohlenstoff nachzuweisen, sind vollkommen negativ ausgefallen.[2] Die folgende Darstellung gibt einen kurzen Bericht über die Versuche, welche im Laufe der letzten drei Jahre in diesem Institut und im II. Physikalischen Institut der Universität gemacht worden sind, um dieses Ergebnis sicherzustellen. Es dürfte daraus zur Genüge hervorgehen, daß schon auf Grund der Szintillationszählungen allein die Tatsache einer Zerlegung dieses Elementes qualitativ festgestellt worden ist. Zu dem reichhaltigen Beobachtungsmaterial, das nach dieser Methode gewonnen wurde, kommen die im letzten Jahr ausgeführten Versuche nach unabhängigen Methoden, die photographische und die Wilson-Methode, welche die Zertrümmerbarkeit des Kohlenstoffatomes vollauf bestätigen. Schließlich ist es in allerletzter Zeit G. Stetter gelungen, e/m-Bestimmungen an den Atomtrümmern aus Kohlenstoff auszuführen, welche ihre Identität mit schnell bewegten Wasserstoffkernen beweisen.[3]

Auf die Erklärungsmöglichkeiten für das negative Resultat der Cambridger Physiker hier einzugehen erscheint nicht notwendig,

---

[1] H. Pettersson, Mitt. Ra-Inst. 168, diese Ber. IIa, Bd. 133, p. 445, 1924.

[2] E. Rutherford und J. Chadwick, Proc. Phys. Soc. XXXVI, p. 417, 1925; J. Chadwick, Phil. Mag., p. 1046, 1926.

[3] G. Stetter, Mitt. Ra-Inst. Nr. 201, diese Ber. *137*, 1927

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

da diese Frage eingehend in einer vorangehenden Mitteilung d Radiuminstituts erörtert wurde.[1]

Die ersten Versuche, bei denen H-Partikeln aus Kohlenst beobachtet wurden, geschahen nach der vom Verfasser zusamm mit G. Kirsch angegebenen »senkrechten« Methode, bei der unter 90° Winkel gegen die einfallende α-Strahlung ausfliegend Atomtrümmer gezählt wurden.[2] Dieselben Vorteile, welche die Methode bietet, Freiheit von »natürlichen« H-Teilchen a Wasserstoffverunreinigungen und Möglichkeit innerhalb der Reic weite der zertrümmernden α-Teilchen zu beobachten, sind wesentlich erhöhtem Grad kennzeichnend auch für die vom Verfas entwickelte »retrograde« Methode, bei welcher der Winkel zwisch Primär- und Sekundärstrahlung so weit vergrößert ist, zirka 150°, daß beinahe nach rückwärts ausfliegenden Atomtrümmer zur Beobachtu gelangen. Die nach diesem Prinzip konstruierten Apparate mit rin förmiger Strahlungsquelle sind später von E. A. W. Schmidt vielen Beziehungen vervollkommnet worden. Eine von ihm b schriebene Anordnung wurde bei der Mehrzahl der Zertrü merungsversuche mit Kohlenstoff als bestrahlter Substanz ve wendet. Für die nähere Beschreibung derselben muß auf Schmid Abhandlung verwiesen werden.[3]

Eine bei manchen Versuchen verwendete unsymmetrisc Anordnung ist schon früher beschrieben worden.[4] Hier liegen s wohl die Strahlungsquelle als auch der Szintillationsschirm etw versenkt in dem mehrere Millimeter dicken Messingboden d zylinderförmigen Apparathülle. Erstere ist unter einer gut gedichteten, vollständig lochfreien Metallfolie von 1 μ-Nickel, na C. Müller's Verfahren hergestellt, angebracht und der kleine u gebende Raum kann gesondert von dem übrigen Versuchsgef evakuiert werden. Über dem Szintillationsschirm spielt wie gewöh lich eine Kreisscheibe mit absorbierenden Glimmerblättern v schiedener Luftäquivalente, um das Durchdringungsvermögen d Atomfragmente zu studieren. Diese Anordnung bietet eine ve ständige Garantie gegen radioaktive Verseuchung und ist d wegen von Wert besonders bei Untersuchungen mit den lei seuchenden Poloniumpräparaten als Strahlungsquelle, hat al gegenüber der ersterwähnten Anordnung mit ringförmiger Strahlun quelle den Nachteil einer viel geringeren Homogenität des Wink zwischen Primär- und Sekundärstrahlung, wozu kommt, daß Absorptionsglimmer von einem großen Teil der Atomfragme unter von 90° wesentlich abweichenden Winkeln durchsetzt werd

---

[1] G. Kirsch und H. Pettersson, Mitt. Ra-Inst. 199, diese Ber. *137*, 19
» Diese Ber. IIa, *133*, p. 235, 1924. M
Ra-Inst. Nr. 167

[3] E. A. W. Schmidt: Diese Ber. IIa, *134*, p. 385, 1925, Mitt. Ra-Inst. Nr. 1

[4] G. Kirsch und H. Pettersson: Diese Ber. IIa, *134*, p. 491, M
Ra-Inst. Nr. 180.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

so daß sie sich nicht für die Aufnahme von genaueren Absorptionskurven eignet.

Versuche mit Radium *C* als Strahlungsquelle.

Die Versuche mit Ra *C* als Quelle der zertrümmernden α-Teilchen wurden überwiegend in der symmetrischen Anordnung mit einem einseitig aktivierten Ring aus Invarstahl als Strahlungsquelle ausgeführt. Die Hauptschwierigkeit war zunächst, die radioaktive Verseuchung durch das Präparat zu vermeiden, weshalb dieses einer besonders sorgfältigen Entemanierung und Reinigung unterzogen werden mußte, ehe es in den Versuchsapparat eingebracht werden durfte. (Vergleiche die Arbeit von E. A. W. Schmidt.) Aus demselben Grunde erwies sich das Arbeiten im reinen Helium[1] von Atmosphärendruck vorteilhaft, da stärkere Druckveränderungen im Versuchsapparat die Verbreitung von Spuren radioaktiven Materials begünstigen.

Ein Umstand, der das Arbeiten mit Ra *C* als Strahlungsquelle außerordentlich erschwert, ist das durch seine γ-Strahlung hervorgerufene diffuse Leuchten des Schirmes, welches das Erfassen der lichtschwachen Szintillationen langsamer H-Teilchen stark beeinträchtigt, und zwar in einem während der Versuchsserie stark veränderlichen Grad, da die Sichtbarkeit der Szintillationen mit der Abnahme des Hintergrundsleuchtens wesentlich verbessert wird. Wegen dieses Umstandes sind wir bald davon abgekommen, mit starken Ra *C*-Präparaten zu arbeiten und fanden somit die Ausbeute, auf Einheitsstärke der Strahlungsquelle umgerechnet, dadurch erhöht. Meistens war die Intensität bei Anfang der Zählungen etwa 5 bis 10 *mg* Ra-Äquivalent und nahm im Laufe des Versuches auf 1 *mg* oder noch weniger ab. Die Ausbeutezahlen zeigen auch so eine steigende Tendenz und die Höchstwerte werden regelmäßig gegen Ende des Versuches erhalten. Wegen der kleineren Absolutzahlen sind aber diese Zählungen mit stark abgeklungenem Präparat aus anderen Gründen recht unsicher.

Auch bewirken die Schwankungen in der optischen Reizschwelle bei den verschiedenen Zählern eine gewisse Streuung der Werte, besonders wenn überwiegend langsame Teilchen gezählt werden, indem eine zuweilen größere, zuweilen kleinere Zahl von den vorhandenen, sehr schlecht sichtbaren Szintillationen mitgezählt werden. Das Mitteln über sämtliche bei jeder Absorptionsstufe gezählte Szintillationszahlen, vereinzelte, ganz ausfallende Werte ausgenommen, gibt wohl ein richtiges Bild von dem allgemeinen Charakter der Reichweiteverteilung unter den Atomtrümmern,

[1] Ein größerer Heliumvorrat wurde uns seinerzeit aus Washington, U. S., Bureau of Mines, freundlichst zur Verfügung gestellt. Nach Verbrauch desselben ist neuerlich nach längerem Heliummangel dieser dank dem Entgegenkommen der Vereinigten Chem.-Fabriken Kreidl, Heller & Co. in Wien behoben.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; www.biologiezentrum.at

kann aber nicht auf einen höheren Genauigkeitsgrad Anspruch erheben. Dazu kommt, daß schon kleine Veränderungen in der Versuchsanordnung oder in der Disposition der Zähler zu erheblichen Unterschieden zwischen den an verschiedenen Tagen ausgeführten Versuchsserien führen.

Mit der symmetrischen Anordnung und mit einem Ra *C*-Ring als Strahlungsquelle sind eine beträchtliche Zahl von Absorptionskurven für H-Teilchen aus reinstem Kohlenstoff erhalten worden. Die allgemeine Form der Kurven war immer dieselbe, ein zuerst steil, dann mehr langsam verlaufender Abfall; die Zahl der Teilchen bei minimaler Absorption betrug immer ein Vielfaches von dem bei

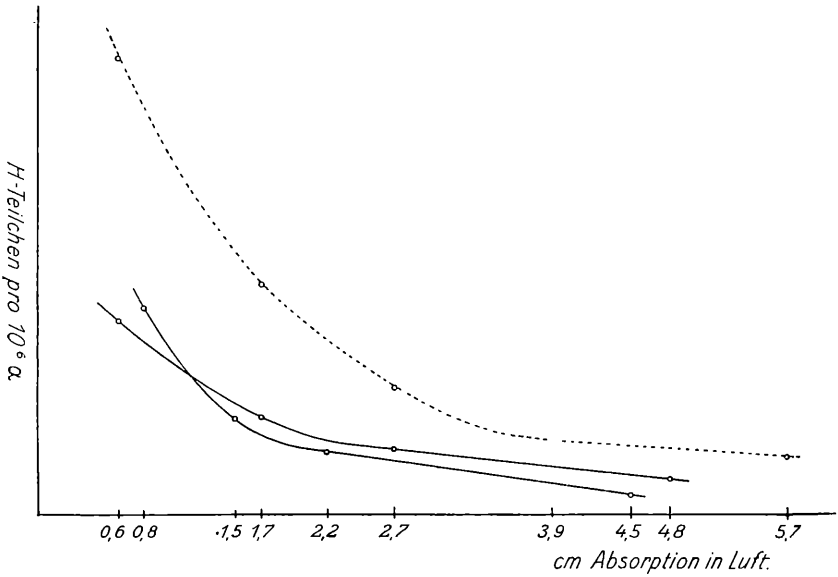

Fig. 1.

der Absorption 3 *cm* beobachteten Werte. Bei 6 *cm* Absorption waren im allgemeinen noch Szintillationen da, aber in zu kleiner Zahl, um zuverläßliche Zählungen zu erlauben. Dagegen schwankten die Absolutzahlen von einer Versuchsserie zur anderen erheblich, besonders die bei minimaler Absorption beobachteten; im Mittel lagen die Anfangswerte um 60 pro Million α-Teilchen, doch wurden öfters erheblich größere Werte gefunden, besonders mit stark abgeklungenem Präparat, wo aber die Ausbeuteberechnung aus anderen Gründen recht unsicher war. Um diese unvermeidlichen und im Wesen der Beobachtungsmethode begründeten Schwankungen zu veranschaulichen, seien hier einige kürzlich aufgenommene Absorptionskurven mit Radium *C* und Heliumfüllung wiedergegeben, die mit demselben Apparat, mit Achesongraphit als Substanz erhalten wurden, Fig. 1 und Tabelle I.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die beiden zuerst erhaltenen Kurven, voll ausgezogen, welche in einer Zwischenzeit von drei Monaten aufgenommen wurden, stimmen sowohl der Form wie der Ausbeutezahl recht gut überein. Die dritte Kurve dagegen, punktiert in der Fig. 1 eingezeichnet, welche unter besonders guten Sichtbarkeitsverhältnissen erhalten wurde, mit sehr schwachem Präparat, bis zu weniger als 0·5 *mg* Ra-Äquivalent herunter, und einem Szintillationsschirm, der besonders wenig Hintergrundsleuchten zeigte, ergibt eine etwa doppelt so große Ausbeute bei minimaler Absorption oder mehr als 100 pro Million. Ähnliche hohe Ausbeutewerte wurden nicht selten bei ganz kleiner Präparatstärke erhalten, sind aber deswegen als recht unsicher anzusehen.

Tabelle I.

Absorption in *cm* Luft	H-Teilchen pro $10^6\alpha$	Absorption in *cm* Luft	H-Teilchen pro $10^6\alpha$	Absorption in *cm* Luft	H-Teilchen pro $10^6\alpha$
0·8	54	0·6	51	0·6	120
1·5	25	1·7	25	1·7	60
2·2	16	2·7	17	2·7	33
4·5		4·8	9	3·9	19
—	—	—	—	5·7	15

Da jede Versuchsserie Vorbereitungen erforderte, welche eine tagelange Arbeit von mehreren Mitarbeitern nötig machte und da außerdem die Zähler nicht mehr als ein paar Tage pro Woche beansprucht werden konnten, so ist es begreiflich, daß der Anhäufung eines größeren Beobachtungsmateriales aus praktischen Gründen gewisse Grenzen gesetzt sind. Die Ergebnisse, obwohl qualitativ ausschlaggebend, sind nach quantitativer Richtung schwer zu verwerten. Sogar für die Ausbeute bei minimaler Absorption kann man nur einen sehr approximativen Wert angeben, der nach der Mehrzahl der Messungen rund 60 H-Teilchen pro Million α-Teilchen bei etwa 0·5 *cm* Absorption beträgt, obwohl einige Messungsserien zu wesentlich höheren Werten führen würden. Jedenfalls kann die angegebene Zahl nur als ein unterer Grenzwert angesehen werden, der aller Wahrscheinlichkeit nach von noch ausstehenden exakteren Messungen erheblich übertroffen werden dürfte.

Auch Relativmessungen mit anderen Elementen wurden öfters ausgeführt. Diese zeigten im allgemeinen bei minimaler Absorption

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

eine mit der Atomnummer des Elements steigende Ausbeute an H-Teilchen. So schwankte das Verhältnis zwischen Ausbeutezahlen mit metallischem Beryllium und Graphit unter diesen Bedingungen zwischen 60 und 80%. Zwischen Bor und Kohlenstoff war ein deutlicher Unterschied nicht feststellbar, während Aluminium eine Ausbeute gab, welche die aus Kohlenstoff erheblich übertraf. Bei diesem Vergleich wirkte das Hintergrundsleuchten des Szintillationsschirmes, das auch mit der Atomnummer des bestrahlten Elementes deutlich zunimmt, erschwerend. Es ist bei Aluminium ausgesprochen stärker als mit Kohlenstoff, so daß die relative Ausbeute zu ungunsten des ersterwähnten Elementes verschoben wird. Die früher[1] angegebene Relation von 3 4 ist deshalb sicherlich zu hoch. Die mit stark abgeklungener Strahlungsquelle, also mit schwachem Hintergrundsleuchten ausgeführten Vergleiche geben Werte, die um 1 2 liegen. Bei höheren Absorptionen verschieben sich diese Werte zu ungunsten von Kohlenstoff gegenüber Aluminium, was wohl auf der höheren Zahl der aus diesem Element erregten H-Strahlen größerer Reichweite beruht.

Zertrümmerungsversuche mit Polonium als Strahlungsquelle.

Seitdem in diesem Institut E. A. W Schmidt nachgewiesen hat,[2] daß auch α-Teilchen wesentlich kürzerer Reichweite als die aus Ra *C* zertrümmernd auf Aluminiumatome einwirken, sind zahlreiche Versuche mit Polonium als Strahlungsquelle ausgeführt worden. Es bietet den großen Vorteil, daß es praktisch frei von durchdringender Strahlung ist und somit bei Versuchen nach der Szintillationsmethode den Schirmhintergrund schwarz erscheinen läßt. Es zeigte sich bald, daß auch mit Kohlenstoff eine beträchtliche Ausbeute an H-Teilchen erhalten wird, falls man es der α-Strahlung eines genügend intensiven Poloniumpräparates aussetzt. Leider ist eine solche Strahlungsquelle nicht leicht herzustellen, da es sich um Tausende von statischen Einheiten handelt. Die Methodik, hochkonzentrierte Poloniumpräparate herzustellen, ist hauptsächlich durch Arbeiten von I. Curie[3] entwickelt worden. Ein nach ihrem Verfahren im Institut du Radium gewonnenes hochkonzentriertes Präparat von 9.600 statischen Einheiten wurde uns freundlichst von Mme. Curie zur Verfügung gestellt. Seitdem sind auch in diesem Institute von Frau Dr. E. Rona sehr hochkonzentrierte Poloniumpräparate hergestellt worden, wofür wir ihr zu großem Dank verpflichtet sind. Das Arbeiten mit Polonium als Strahlungsquelle bereitete allerdings Schwierigkeiten technischer

---

[1] H. Pettersson, Mitt. Ra-Inst. Nr. 168. 1924. Diese Ber. IIa, *133*, p. 455.

E. A. W. Schmidt, Mitt. Ra-Inst. Nr. 178. Diese Ber. *134*, 385. 1925.

[3] I. Curie, J. de Chim. et de Phys. *22*, p. 471, 1925.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

VI, die noch nicht vollkommen behoben sind. Erstens ist die wirksame Aktivität der Poloniumstrahlungsquelle nicht einfach meßbar, anscheinend wegen einer mit der Zeit anwachsenden Abdeckung der aktiven Unterlage durch eine Oxydschicht, welche die Poloniumstrahlung teilweise abzubremsen scheint. Dann bedingen Poloniumpräparate in erhöhtem Maß die Gefahr der Verseuchung während des Versuches, da der aktive Beschlag bei weitem nicht so gut anhaftet wie auf den nach der Kondensationsmethode hergestellten Ra C-Präparaten, so daß man im allgemeinen mit einer dünnen Folie als Verseuchungsschutz vor dem Präparat dieses in einer gesonderten Abteilung des Versuchsgefäßes anbringen muß. Schließlich erfordert die immerhin nicht sehr große Präparatstärke eine Versuchsanordnung mit möglichst guter Ausnützung sowohl der Primär- als der Sekundärstrahlung, was anderseits nur unter Verzicht auf höhere Winkelhomogenität erreichbar ist. Nach zahlreichen Versuchen unter Verwendung eines mit Polonium aktivierten Goldringes als Strahlungsquelle in der symmetrischen Versuchsanordnung, die öfters durch starke und schwer entfernbare Verseuchung verschiedener Apparatteile gestört waren, wurde die oben erwähnte unsymmetrische Anordnung verwendet. Das Curiepräparat, welches damals eine Stärke von rund 6000 statischen Einheiten besaß, also pro Sekunde ebensoviele α-Teilchen wie $4 \cdot 2\,mg$ Ra allseitig ausstrahlte, wurde unter einer Müllerfolie von 1 μ-Nickel angebracht.[1] Die Substanzscheibe, weiße Diamantsplitter auf einer Paraffinunterlage, wurde in einem vertikalen Abstand über dem Apparatboden von $7\,mm$ angebracht, so daß der Winkel zwischen α-Strahl und H-Strahl im Minimum etwa 100° betrug. Das Versuchsgefäß wurde bis auf wenige Millimeter Luft evakuiert. Durch mehrmaliges Zudecken der Strahlungsquelle mit α-undurchlässigem Glimmer während der Versuchsreihen wurde festgestellt, daß die Anordnung unverseucht blieb.

Es wurden fünf Versuchsserien mit dieser Anordnung ausgeführt, wo sämtliche Einzelheiten unverändert blieben. Die bei den verschiedenen Absorptionswerten gefundenen Mittelwerte aus zahlreichen, relativ mäßig streuenden Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle II wiedergegeben. Wie man sieht, stimmen die an verschiedenen Tagen aufgenommenen Werte im allgemeinen gut überein; am meisten streuen die bei der Absorption 0·8 gefundenen Werte. Die letzte Vertikalreihe der Tabelle gibt die aus sämtlichen Messungsserien berechneten Generalmittelwerte wieder, die in der Fig. 2 der nächsten Seite als Absorptionskurve wiedergegeben sind. Besonders deutlich kommt der steile Abfall zwischen den beiden ersten Punkten der Kurve zum Ausdruck, der auf eine Gruppe sehr zahlreicher Teilchen ganz kurzer Reichweite deutet. Die Tabelle zeigt jedenfalls, daß unter den gegebenen Versuchsbedingungen,

[1] Für die Vermittlung von nach seiner Methode hergestellten dünnen Metallfolien sind wir Herrn Regierungsrat Dr. C. Müller in Berlin dankbar.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

begünstigt durch den beinahe vollständig dunklen Hintergrund des Szintillationsschirmes, die Zählungen der Atomtrümmer aus Kohlenstoff mit Polonium als Strahlungsquelle reproduzierbar sind. Dagegen macht aber die schräge Durchsetzung der meisten H-Teilchen durch die verwendeten Glimmerabsorptionen die dortselbst bewirkte Reichweiteverkleinerung recht ungleichmäßig. Die in der Tabelle und graphisch angegebenen Absorptionswerte beziehen sich auf senkrechte Inzidenz, sind also Minimalwerte, welche für die Mehrzahl der Atomtrümmer erheblich, im Mittel um etwa ein Drittel überschritten werden. Eine entsprechende Erhöhung kommt auch bezüglich der Absorption in der Substanzschicht selbst für die in einiger Tiefe unter der Oberfläche erregten H-Teilchen in Betracht.

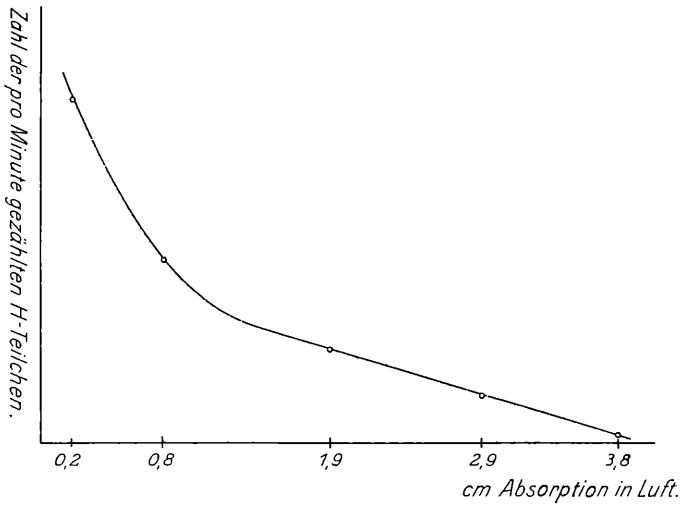

Fig.

Der erste Teil der Kurve wird durch diesen Umstand am wenigsten beeinflußt. Absorptionskurven im strengeren Sinn kann man jedenfalls mit dieser Anordnung nicht erhalten und die gegebene Kurve hat auch deswegen einen mehr beschreibenden Charakter.

Wegen der früher erwähnten Asymmetrie der Anordnung ist eine Ausbeuteberechnung nur angenähert ausführbar, da der ausgenützte Raumwinkel sowohl der Primär- wie der Sekundärstrahlung für verschiedene Teile der Substanzscheibe beträchtliche Unterschiede aufweist. Dazu kommt noch die erwähnte Unsicherheit in der effektiven Stärke des Poloniumpräparates. Vorsichtig gerechnet wären die pro Minute gezählten Szintillationen mit dem Faktor $1 \cdot 1$ zu multiplizieren, so daß die Ausbeute bei minimaler Absorption rund 55 pro Million einfallender α-Teilchen entspricht. Dabei wirkt die erhöhte Absorption in der Substanz für einen beträchtlichen Teil der H-Teilchen im Vergleich mit den Verhält-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nissen im Ringapparat auf diesen Wert herabsetzend. Jedenfalls zeigen diese Versuche, daß auch mit α-Teilchen aus Polonium eine beträchtliche Ausbeute an H-Teilchen aus Kohlenstoff in reinster Form erhalten wird. Da nun die Atomtrümmer aus Kohlenstoff größtenteils Reichweiten kleiner als einige Zentimeter besitzen, so ist es begreiflich, daß nur die in den ersten Zentimetern der Flugbahn eines α-Teilchens in der Substanzscheibe losgerissenen H-Teilchen in merkbarer Zahl wieder austreten können und zur Beobachtung gelangen. Es ist deshalb nicht zu erwarten, daß auch mit viel tiefer eindringenden α-Teilchen, wie mit den aus Ra *C*, wesentlich höhere Ausbeutezahlen erhalten werden können als mit den langsameren Teilchen aus Polonium. Ob die mit ganz schwachen Ra *C*-Strahlungsquellen erhaltenen höheren Ausbeutewerte im symmetrischen Apparat auf eine größere Zertrümmerungsfähigkeit dieser schnelleren Teilchen gegenüber den von Polonium deuten, läßt sich mit Rücksicht auf die beträchtliche Unsicherheit beider Ausbeutezahlen nicht entscheiden.

Tabelle II.

Absorption in *cm* Luft	Zahl der pro Minute gezählten H-Teilchen					Mittelwerte
	I	II	III	IV	V	
0·2	38	56	48	42	51	47
0·8	28	19	19	23	29	24
1·9	13	14	11	13	11	12
2·9	8	3	4	9	8	6
3·8	5	0	1	0	0	1

Aus den Versuchen mit Polonium kann man mit Bestimmtheit schließen, daß die untere Grenze der Geschwindigkeit noch zertrümmerungsfähiger α-Teilchen bei Kohlenstoff einer Reichweite von weit unter 3 *cm* entsprechen muß.

Versuche nach anderen Methoden.

Die die Szintillationsmethode kennzeichnende Schwierigkeit, Atomtrümmer kürzerer Reichweite sicher zu erfassen, macht es besonders bei Kohlenstoff wichtig, die Ergebnisse mit anderen, unabhängigen Methoden nachzuprüfen. In dieser Absicht wurden schon in einem frühen Stadium unserer Untersuchungen Versuche

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gemacht, die übrigen drei Hauptmethoden zum Nachweis schnelle Korpuskularstrahlen, die Wilson-Methode, die Ionisationsmethode und die photographische Methode, den besonderen Schwierigkeiten, welche mit Beobachtungen an Atomtrümmern verbunden sind, anzupassen.

Nach der Wilson-Methode, die bisher nur von Blackett[1] sowie von Harkins und Shadduck[2] für diesen Zweck verwendet wurde, allerdings in einer sehr mühsamen und außerordentlich wenige H-Bahnspuren ergebenden Form, ist es nunmehr durch Arbeiten hier in Wien von R. Holoubek gelungen, Bahnspuren von Atomtrümmern aus verschiedenen Elementen in größerer Zahl bequem sichtbar zu machen. Da Holoubek in seinem demnächst folgenden Aufsatz in diesen Berichten seine Arbeitsmethode und die zur Zeit damit gewonnenen Resultate selbst beschreiben wird, genügt es, auf diese Arbeit hinzuweisen. Nur soviel soll hier hervorgehoben werden, daß es ihm unter Versuchsbedingungen, die jede andere Herkunft der Teilchen als aus zertrümmerten *C*-Atomen ausschließen, gelungen ist, unzweideutige H-Bahnen aus Kohlenstoff in reinster Form visuell und photographisch zu beobachten und zu zählen. Dabei war die Reichweite der α-Teilchen aus der Poloniumstrahlungsquelle bei einigen Versuchsserien bis auf $2 \cdot 2\ cm$ herabgesetzt. Es ist somit für die vorher mittels Szintillationszählungen gefundenen Resultate eine wertvolle Stütze gewonnen. Was die quantitativen Ergebnisse nach der Wilson-Methode betrifft, so ist die zunächst nur sehr approximativ bestimmbare Ausbeute an Atomtrümmern mit den oben zitierten Werten durchaus verträglich. Auch für die Aufnahme von Absorptionskurven mit Atomtrümmern ist die Anordnung von Holoubek verwendbar und sie wird zur Zeit in ihrer letzten, vollkommen einwandfreien Form dazu gebraucht. Zunächst soll sie aber für eine weitere Bestätigung der nach der Szintillationsmethode entdeckten Zertrümmerbarkeit anderer Elemente benutzt werden.

Versuche nach der Ionisationsmethode wurden hier in Wien vor mehr als zwei Jahren von N. Kreidl unter Verwendung eines Geiger'schen Spitzenzählers und Verstärkerröhre angefangen, und zwar in Kombination mit der »retrograden« Beobachtungsmethode mit ringförmiger Poloniumstrahlungsquelle. Die Resultate sind durchaus verträglich mit der Annahme, daß eine beträchtliche Zahl von H-Teilchen kurzer Reichweite aus bestrahltem Kohlenstoff ebenso wie aus anderen Elementen emittiert werden, doch bewirkt eine gleichzeitig anwesende Strahlung anderer Art eine schwer zu beseitigende Störung, welche wegen der Relaiswirkung der Stoßionisation sich nicht eindeutig von den H-Strahlen unterscheiden läßt.

---

[1] P. M. S. Blackett, Proc. Roy Soc. (A) *107*, p. 349, 1925.

[2] W. D. Harkins und H. A. Shadduck, Proc. Nat. Acad. Amer. p. 707, 1926.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Größere Aussichten auf Erfolg bietet eine neuerdings in diesem Institut von G. Ortner und G. Stetter verwendete Anordnung zur Hörbarmachung der H-Strahlen mittels einer Zählkammer ohne Stoßionisation, welche demnächst zur Hörbarmachung von Atomtrümmern verwendet werden soll.[1]

Der Nachweis einer Einwirkung von H-Teilchen auf die photographische Platte wurde zuerst von M. Blau mit natürlichen H-Teilchen aus Paraffin sowie auch mit echten Atomtrümmern aus Aluminium gebracht.[2] Mit Kohlenstoff kann man wegen der wesentlich kürzeren Reichweite der meisten Atomtrümmer nicht die bei Aluminum verwendete »direkte« Methode benutzen. Im letzten Jahr hat deshalb M. Blau eine noch nicht abgeschlossene Serie von Versuchen ausgeführt, um die Atomtrümmer aus Kohlenstoff nach der retrograden Methode photographisch nachzuweisen, worüber sie selbst in einer bald zu veröffentlichenden Abhandlung berichten wird.

Es mag nur hier erwähnt werden, daß es ihr gelungen ist, die unter etwa 120 bis 150° gegen die Richtung der α-Strahlung aus einem beinahe punktförmigen Poloniumpräparat austretenden Atomfragmente aus reinstem Graphit auf einem Röntgenzahnfilm aufzufangen. Nach Entwicklung des Filmes wurden geradlinige Punktreihen unter dem Mikroskop sichtbar, deren Richtung ihren Ursprung aus dem bestrahlten Graphit verriet und deren Länge zwischen 1 und 4 *cm* Luftäquivalent betrug. Ganz ähnliche Punktreihen wurden auch gefunden, wenn anstatt des Graphits ein Stück metallisches Aluminium bestrahlt wurde. Obschon es zur Zeit nicht gelungen ist, einige störende Nebenerscheinungen auszuschalten und die Ergebnisse dadurch vollständig eindeutig zu machen, so bilden doch die bisher gewonnenen photographischen Bahnspuren eine weitere kräftige Stütze für die Zertrümmerung des Kohlenstoffes mit α-Strahlen aus Polonium unter Aussendung von Atomfragmenten mit vorzugsweise kurzer Reichweite.

Diskussion der Versuchsergebnisse.

Es erscheint zunächst erwünscht, auf die Fehlerquellen, die möglicherweise eine Fälschung der oben mitgeteilten Versuchsergebnisse herbeiführen könnten, etwas näher einzugehen.

Der Verseuchung, d. h. dem Auftreten von Szintillationen, verursacht durch primäre α-Teilchen aus losgerissenen Fragmenten des aktiven Beschlages oder aus Spuren von Emanation, entgeht man am sichersten durch geeignete Vorbehandlung der Strahlungsquelle nach den Angaben von E. A. W. Schmidt.[3] Versuche mit nach der Kondensationsmethode hergestellten Ra *C*-Präparaten

[1] G. Ortner und G. Stetter, Phys. Zeitschr. *28*, p. 70, 1927.

M. Blau, Mitt. Ra-Inst. Nr. 179, diese Berichte IIa, *134*, p. 427, 1925.

L.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in Helium, unter Gleichdruck eingeleitet, geben minimale Verseuchung. Unsere meisten, durch diese Fehlerquelle vereiteltes Versuchsserien rühren aus einer Zeit her, wo wir wegen Mangel an Helium nur bei Tiefdruck arbeiten konnten. Um etwaige Verseuchung feststellen zu können, wurde die Strahlungsquelle öfters während der Zählung zugedeckt. Die dabei gezählten Szintillationen, »natürliche« Szintillationen des Schirmes inbegriffen, durften nicht mehr als höchstens einige pro Zählperiode betragen und wurden von den mit unbehinderter α-Strahlung gefundenen Werten abgezogen. Bei den kleineren Absorptionen betrug diese Korrektion nur einen geringen Bruchteil der Gesamtzahl, bei höheren Absorptionen, d. h. kleiner Teilchenzahl, war sie von relativ größerer Bedeutung und macht den Verlauf der Absorptionskurven gegen ihr oberes Ende weniger sicher. Versuchsprotokolle, die eine beträchtlichere Verseuchung aufwiesen, wurden nicht berücksichtigt.

Da die Cambridger Forscher, welche anscheinend ohne die Möglichkeit, eine Verseuchungsprobe einzuschalten, arbeiteten, die Abtrennung der Strahlungsquelle mittels einer dünnen Folie empfehlen, wurden auch mit Radium *C* solche Versuche gemacht, bei denen das ringförmige Präparat außerhalb eines besonders dafür konstruierten symmetrischen Apparates, von dem Apparatinnern durch ein dünnes Glimmerblatt getrennt, angebracht war. Die etwas verwickelte Konstruktion dieses Apparates machte eine zuverlässliche Ausbeuteberechnung undurchführbar. Qualitativ stimmten aber die Ergebnisse vollkommen mit denen überein, bei welchen der Ra *C*-Ring im Versuchsgefäß selbst angebracht wurde. Außerdem wurden die erwähnten Versuche mit Polonium als Strahlungsquelle nach demselben Prinzip ausgeführt und ergaben durchwegs die zu erwartende Menge von H-Teilchen.

Die Möglichkeit einer Verwechslung zwischen α- und H-Szintillationen ist von uns immer berücksichtigt worden. Die für ihre Unterscheidung verwendete Methodik ist in einer vorangehenden Mitteilung erörtert worden.[1] Es soll hier nur auf einen Umstand hingewiesen werden, der eine derartige Verwechslung eben bei Untersuchungen mit Kohlenstoff nach der retrograden Methode höchst unwahrscheinlich macht. Es beträgt nämlich nach der Streuungstheorie von Rutherford-Darwin die maximale Reichweite der an der äußeren Oberfläche einer Kohlenstoffschicht um 150° gestreuten α-Teilchen nur 14% von ihrer Reichweite vor der Streuung, also mit Polonium als Strahlungsquelle knapp $0{\cdot}6\,cm$, mit Radium *C* knapp $1\,cm$. Nach derselben Theorie berechnet man ferner die Zahl der im Inneren einer dicken Kohlenstoffschicht unter 150° gestreuten Teilchen, welche eben aus der Oberfläche hinauskommend auf eine Schirmfläche von $10\,mm^2$ Größe in einem Abstand von $25\,mm$, wie bei unseren Versuchen, auftreffen, zu $1{\cdot}5$,

[1] G. Kirsch und H. Pettersson: Diese Ber. IIa, *137*, 1927. Mitt. Ra-Inst. Nr. 199.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beziehungsweise 3 pro Milliarde einfallender α-Teilchen. Dabei ist diese Zahlen wesentlich herabsetzende »Taylorstreuung« gegen Ende der Reichweite noch nicht berücksichtigt worden. Falls dieser Effekt ebenso wie die äußere von den Teilchen (ehe sie an den Szintillationsschirm gelangen) zu durchsetzende Absorption in Rechnung gezogen wird, findet man bei beiden Strahlungsquellen einen theoretischen Wert für die zu erwartende Zahl beobachtbarer Streuteilchen von etwa 1 pro 10^9. Eine so kleine Ausbeute ließe sich bei unserer Versuchsanordnung schwer wahrnehmen und ist jedenfalls um mehr als eine Größenordnung kleiner als die Zahl der bei minimaler Absorption beobachteten H-Teilchen aus Kohlenstoff. Eine Komplikation seitens reflektierter Teilchen wäre somit bei unseren Versuchen ausgeschlossen. Bei den Versuchen von G. Stetter, wo erstens der Ablenkungswinkel wesentlich kleiner und vor allem die einfallende α-Strahlung nicht von homogener Geschwindigkeit war, sondern zu einem Hauptteil aus Teilchen kleiner und kleinster Reichweite bestand, liegen die Verhältnisse ganz anders, was das Überwiegen der α-Teilchen an Zahl bei seinen Versuchen erklärt. Es erscheint nicht ganz verständlich, warum bei den Cambridger Versuchen die Beobachtungen mit Kohlenstoff nicht unter eine Absorptionsgrenze, wo Streuteilchen mit der theoretisch berechneten maximalen Reichweite eben auftreten könnten, ausgedehnt wurden. Eben auf Grund der dortselbst entwickelten Streuungstheorie müßte man erwarten, daß die Zahl der Streuteilchen bis zu noch kleineren Absorptionen herab zu gering sein muß, um auch mit den dabei erreichbaren, viel günstigeren Ausbeuteverhältnissen störend zu wirken.

Was die Möglichkeit eines Vorhandenseins von gestreuten α-Teilchen größerer Reichweite als nach der Stoßgleichung berechnet, betrifft, so könnte sie ohne Entwicklung beträchtlicher Mengen nuklearer Energie nicht vorkommen, was wiederum mit einer Kernumwandlung bei Kohlenstoff gleichbedeutend wäre.

Daß die beobachteten Szintillationen von H-Teilchen anderer Herkunft als aus zertrümmerten Kohlenstoffkernen sein könnten, ist schon durch die geometrischen Verhältnisse der Versuchsanordnung ausgeschlossen. Sogar grobe Verunreinigungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff oder einer Wasserhaut auf dessen Oberfläche hätte nicht zu durch Stoßwirkung allein in Bewegung gesetzten »natürlichen« H-Teilchen Veranlassung geben können, da der Winkel zwischen Primär- und Sekundärstrahlenrichtung nirgends weniger als 90° betrug. Am besten wird dies übrigens durch die in der vorigen Mitteilung erwähnten Versuche mit Paraffin und Graphit als bestrahlte Substanzen erläutert. Was Verunreinigungen des Kohlenstoffs mit anderen zertrümmerbaren Elementen betrifft, so müßten dieselben wenigstens von der Größe 25 Gewichtsprozent gewesen sein, um den beobachteten Effekt, beispielsweise auf vorhandenen Stickstoff oder Aluminium zurückführen zu können. Da Versuche mit Paraffin, Graphit oder weißem Diamant ganz ähnliche

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Resultate ergaben und die Entgasung des Graphits vor dem Ve
such bei Rotglut im Vakuum sich als wirkungslos erwies, so i
diese Fehlerquelle ebenso irrelevant wie die vorher erwähnten. W
schließlich den Inhalt des Gasraumes bei den Versuchen betrif
so war die durchstrahlte Luftschicht, aus welcher Stickstof
trümmer zum Schirm gelangen könnten, bei den Versuchen unt
Tiefdruck mit höchstens einem Bruchteil eines Millimeters Sticksto
unter Normaldruck äquivalent. Bei den Versuchen in Helium wurd
dieses Gas durch mehrmaliges Durchleiten über mit flüssiger Lu
gekühlte Kokoskohle gereinigt, ein Verfahren, das, nach gesonderte
Dichtigkeitsbestimmungen zu beurteilen, Luftverunreinigungen vo
höchstens $1^1/_2{}^0/_0$ zurückläßt. Eine Zertrümmerung des Helium
atomes, beziehungsweise des α-Teilchens selbst wird aus theoret
schen Gründen und auch erfahrungsgemäß allgemein abgelehn
während eine Streuung von α-Teilchen gegen Heliumkerne in
Gasraum unter den herrschenden Versuchsbedingungen nur ein
verschwindend kleine Zahl von Streuteilchen sehr kurzer Reic
weite verursachen könnte.

Die Art der Atomtrümmer aus Kohlenstoff.

Daß die in den oben geschilderten Versuchen gezählte
Szintillationen von aus dem Kohlenstoff losgerissenen Teilchen er
regt wurden, ist somit sichergestellt. Es frägt sich aber dann, ob
diese Teilchen mit Bestimmtheit als schnell bewegte Wasserstoff
kerne anzusehen sind oder ob andere Korpuskeln in Betrach
kommen können. Wenn man vorerst die Möglichkeit ablehnt, daß
Elektronen von relativ so kleiner Geschwindigkeit individuell sicht
bare Szintillationen erregen können, so bleiben nur zwei Möglich
keiten offen: Entweder sind die Teilchen Wasserstoffkerne oder sie
sind die Kerne einer bisher unbekannt gebliebenen Atomart
zwischen Wasserstoff und Helium. Eine Entscheidung war nur
durch eine exakte und einwandfreie Massenbestimmung dieser
unbekannten Teilchen möglich. Seitdem durch mehrjährige Arbeit
von G. Stetter die außerordentlich großen experimentellen Schwierig
keiten, ein Massenspektroskop mit genügendem Auflösungsvermögen
für so steife und seltene Korpuskularstrahlen zu konstruieren, glück
lich überwunden waren, stand der Weg zu einem derartigen Ex
perimentum crucis offen. Stetter hat auch kürzlich seine Apparatur
für Versuche mit Kohlenstoff verwendet und damit e/m-Kurven
aufgenommen, deren Maximum auf wenige Prozente genau mit
der für »natürliche« H-Teilchen geltenden Lage übereinstimmt, wo
mit die Abspaltung von Protonen aus dem Kohlenstoffkern end
gültig bewiesen ist. Wegen Einzelheiten sei auf seine in diesen
Mitteilungen zu veröffentlichende Arbeit hingewiesen.

Allerdings ist damit nicht bewiesen, daß nicht auch Atom
trümmer anderer Art bei dem Abbau des Kohlenstoffkernes mit
entstehen können. Versuche von Stetter, Teilchen von der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ladung 0, also »Neutronen«, zu finden, verliefen ergebnislos. Gebilde von der Masse 2 würden, falls sie die Ladung 1 hätten, mit den α-Teilchen, falls ihnen die Ladung 2 zukommt, ein physikalisch schwer denkbarer Fall, mit den H-Teilchen gehen, wären also im Massenspektroskop nicht getrennt beobachtbar. Dagegen wären Teilchen von der Masse 3 mit einfacher oder doppelter Ladung sowohl von H- als α-Teilchen trennbar. Das Vorhandensein deutlicher Minima in den e/m-Kurven von Stetter zwischen den Maxima von H- und α-Teilchen beweist, daß die Zahl der möglicherweise mitauftretenden Teilchen der Ladung +2 und Masse 3 jedenfalls bedeutend kleiner als die der H-Teilchen selbst sein muß.

Daß schließlich sekundäre α-Teilchen, d. h. aus dem Kohlenstoffkern losgerissene Heliumkerne mitauftreten können, ist nicht von vorneherein von der Hand zu weisen. Jedenfalls zeigen unsere Versuche, daß solche Teilchen mit mehr als 1 *cm* Reichweite nicht oder nur in relativ sehr kleiner Zahl vorhanden waren. Denkbar ist anderseits, daß unter den sehr lichtschwachen Szintillationen, die bei minimaler Absorption und günstigen Sichtbarkeitsverhältnissen beobachtet wurden, eine Zahl von α-Teilchen sehr kleiner Reichweite vorkommt, welche sich nicht von den H-Teilchen unterscheiden lassen. Verläuft die Zertrümmerung beim Kohlenstoffkern analog wie beim Stickstoffkern, d. h. bleibt das zertrümmernde α-Teilchen selbst an dem getroffenen Kern hängen, so wäre eine spätere Reemission dieses α-Teilchens von dem Losreißen eines im Kohlenstoffkern eventuell befindlichen präformierten Heliumkernes nicht zu unterscheiden. Die Emission eines sekundären α-Teilchens nach rückwärts mit beobachtbarer Geschwindigkeit unter gleichzeitiger Streuung des primären α-Teilchens erscheint dagegen aus energetischen Gründen kaum wahrscheinlich.

Zusammenfassend können wir als Resultat der vorliegenden Versuchsergebnisse mit Bestimmtheit sagen, daß die beobachteten Atomtrümmer aus Kohlenstoff wenigstens größtenteils Wasserstoffkerne sind. Für die Möglichkeit eines Mitauftretens von Atomtrümmern anderer Masse liegen zur Zeit keine sicheren Anhaltspunkte vor.

Theoretische Erwägungen.

Um eine Theorie der Zertrümmerung des Kohlenstoffkernes aufstellen zu können, wäre ein Beobachtungsmaterial von der Art, wie es die Streuungsversuche von Geiger und Marsden als Unterlage für die Rutherford'sche Kernhypothese brachten, erforderlich. Man müßte durch genaue Messungen die Zahl und auch die Reichweite der Atomtrümmer als Funktion der Reichweite der zertrümmernden α-Teilchen und der Winkel Φ zwischen ihrer Flugrichtung und der von den Atomtrümmern selbst bestimmen. Ob ein solches Beobachtungsmaterial unter Verwendung der bisher entwickelten Methoden überhaupt erreichbar ist, erscheint mehr als fraglich. Die hier

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

erwähnten Versuche haben einen bescheideneren Zweck gehabt und ihre Resultate gehen über die qualitative Feststellung der Zertrümmerbarkeit des Kohlenstoffatomes kaum heraus. Damit ist keine Theorie zu machen. Einige Folgerungen von gewissem Interesse lassen sich allerdings schon aus dieser Tatsache ziehen.

Man war bisher geneigt anzunehmen, daß die Atomkerne der verschiedenen Elemente möglichst weitgehend aus fertig gebildeten Heliumkernen aufgebaut seien, so daß nur ganz wenige Wasserstoffkerne als freie subnukleare Bestandteile in einer je nach dem Atomgewicht von 0 bis 3 wechselnden Zahl vorkommen sollten. Die auffallende Häufigkeit von »Heliummultipeln«, d. h. von Elementen mit dem Atomgewicht 4 n, ebenso wie die Abspaltung von α-Teilchen beim radioaktiven Zerfall haben zu dieser Auffassung wesentlich beigetragen. Besonders für die Kerne der leichtesten Heliummultipeln, Kohlenstoff und Sauerstoff, erschien es naheliegend, anzunehmen, daß sie aus drei, beziehungsweise vier Heliumkernen bestehen. So fand es z. B. Rutherford notwendig, auf die kleine Abweichung des Atomgewichtes von Schwefel von der Ganzzahligkeit, 32·06, aufmerksam zu machen, nachdem er die Abspaltung von Wasserstoff aus diesem Element nachgewiesen hatte und daraus auf den nicht reinen Heliumaufbau des Schwefelkernes schloß.

Ein naheliegender Einwand gegen diese Auffassung ist allerdings die folgende Überlegung. Falls der »Massendefekt« bei Kohlenstoff, $12 \times 1 \cdot 008 - 12 \cdot 000 = 0 \cdot 096$ restlos auf drei in seinen Kern eingehende α-Teilchen verteilt vorkäme, so bliebe für das Zusammenhalten derselben zu einem Kern hoher Stabilität keine einem merkbaren Massendefekt entsprechende (negative) Energiedifferenz übrig. Mit anderen Worten, man müßte aus energetischen Gründen erwarten, daß ein derart aufgebauter Kohlenstoffkern mit relativ kleinem Energieaufwand zerlegbar wäre, und zwar unter Abgabe eines oder mehrerer seiner Heliumkerne.

Einen noch stichhältigeren Grund, diese Vorstellung abzulehnen, besteht aber nunmehr, seitdem hier erwiesen ist, daß sich aus dem Kohlenstoffkern Wasserstoffkerne abspalten lassen, und zwar mit α-Teilchen von relativ kleiner Energie. Eine Abspaltung dieser Protonen aus einem im Kohlenstoffkern präformiert vorkommenden Heliumkern wäre ja äquivalent mit der Zerlegung des α-Teilchens selbst. Man könnte wohl noch den Kohlenstoffkern als aus zwei Heliumkernen und vier freien Wasserstoffkernen nebst zwei Kernelektronen aufgebaut ansehen, aber eine Veranlassung dazu scheint nunmehr kaum vorhanden, seitdem man weiß, daß ein Massendefekt innerhalb der Messungsfehler proportional mit dem beim Heliumkern vorkommenden möglich ist auch ohne einen reinen Heliumaufbau. Eigentlich besteht eben in diesem Verhältnis, d. h. in der Ganzzahligkeit der meisten Atomgewichte, eines der größten Rätsel der Kernstruktur, deren Lösung tief in die Gesetze des Baues der Materie blicken lassen würde.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Man dürfte ferner, diesem Gedankengang folgend, behaupten, daß sich der erwähnte Massendefekt bei Kohlenstoff nicht gleichmäßig auf alle zwölf in den Verband eingehende Protonen verteilt, oder man käme wiederum zu dem Resultat, daß die Abtrennung eines dieser Protonen mit der Zerlegung des Heliumkernes gleichbedeutend wäre.[1]

Was die Energiebilanz bei der Zertrümmerung des Kohlenstoffkernes betrifft, so berechnet man die Geschwindigkeit eines nach rückwärts emittierten Wasserstoffkernes bei einer Zertrümmerung ohne Verlust oder Gewinn an Energie zu $V_H = 1 \cdot 4\ V_O$, wo V_O die Geschwindigkeit des α-Teilchens vor dem Stoße bedeutet. Mit Ra C-α-Teilchen ist $V_O = 1 \cdot 92 \times 10^9$ *cm*/sec, V_H somit $2 \cdot 7 \times 10^9$ *cm*/sec. Die dementsprechende Reichweite ist unter Zugrundelegung der Geiger'schen Formel 20 *cm* in Luft. Nun hat die Mehrzahl der von einer dicken Graphitschicht nach rückwärts emittierten H-Teilchen eine Reichweite von weniger als 3 *cm* und nur relativ ganz wenige Teilchen sind bei Absorptionen über 6 *cm* Luft beobachtet worden, was allerdings nicht ausschließt, daß in seltenen Fällen H-Teilchen mit noch wesentlich größerer Reichweite vorkommen können. Jedenfalls findet man so, daß die Zertrümmerung des Kohlenstoffkernes in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle unter einem beträchtlichen Energieaufwand vor sich gehen muß, insofern als die Energiebilanz restlos durch die Bewegungsenergie des einfallenden α-Teilchens einerseits und die des herausfliegenden H-Teilchens anderseits bestimmt wird. Ob das α-Teilchen nach dem Gesetz des elastischen Stoßes reflektiert wird oder nach dem des unelastischen Stoßes an dem Restkern haften bleibt, ist für dieses Ergebnis ohne größere Bedeutung. Ob schließlich dieser Energieaufwand nur auf die Lostrennungsarbeit des freigemachten Protons verwendet wird oder auch zum Teil als potentielle Energie des vermutlich aufgebauten Restkernes erhalten bleibt, beziehungsweise in der Gestalt eines möglicherweise emittierten Strahlungsimpulses sehr kleiner Wellenlänge verloren geht, ist eine Frage für künftige Untersuchungen.

---

1 Diese Folgerungen hat St. Meyer schon früher bei der ersten Entdeckung von der Wasserstoffabspaltung aus dem Kohlenstoffkern gezogen, vgl. St. Meyer und E Schweidler »Radioaktivität«, 2. Aufl., p. 211, 1927.

2. Vgl. »Atomzertrümmerung«, p. 197, Akad. Verlagsges. Leipzig 1927.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zusammenfassung.

Versuche nach der Szintillationsmethode sowohl mit Ra C als mit Polonium als Strahlungsquelle beweisen, daß Kohlenstoff auch in reinster Form unter Bestrahlung mit α-Teilchen Atomtrümmer abgibt, in Übereinstimmung mit früher veröffentlichten Versuchen. Dabei wird die Zahl der Atomtrümmer pro Million einfallender α-Teilchen zu wenigstens 60 gefunden, wobei auch langsame α-Teilchen bis zu der Reichweite $2 \cdot 2\ cm$ und darunter noch zertrümmernd wirken. Versuche nach anderen Methoden bestätigen die mittelst Szintillationszählungen gefundenen Resultate und zeigen, daß die Atomtrümmer aus Kohlenstoff wenigstens größtenteils H-Teilchen sind. Auf Grund dieser Beobachtungen wird ein ausschließlicher Heliumaufbau der verschiedenen Elemente abgelehnt, auch im Falle der isotopenfreien »Heliummultipeln«.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1927

Band/Volume: 136_2a

Autor(en)/Author(s): Pettersson Hans

Artikel/Article: Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 200. Ober die Atomzertrümmerung durch a-Partikeln. VI. Die Zertrümmerung von Kohlenstoff, II. Teil. 225-242