Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

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

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung
Nr. 178

Über die Zertrümmerung des Aluminiums durch α-Strahlen, I

Untersuchungen nach der retrograden Methode

Von
Ewald A. W. Schmidt

(Mit 6 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juli 1925)

Einleitung.

Im Jahre 1921 ist es bekanntlich E. Rutherford und J. Chadwick[1] zum ersten Male gelungen, aus Aluminium in Form von Folien und Al_2O_3 durch Beschießung mit α-Teilchen von RaC weitreichende Atomtrümmerstrahlen zu erhalten. Als Maximalreichweite dieser Strahlen in Luft wurde der Wert von 90 *cm* mit einiger Genauigkeit festgelegt. Ferner konnten die genannten Autoren zeigen, daß sich diese Strahlung nicht nur auf die Richtung der primären α-Teilchen beschränkt, sondern angenähert auch in gleicher Stärke gegen die Flugrichtung der auftreffenden α-Partikeln erfolgt. Die Reichweite dieser, von Rutherford und Chadwick als »backward particles« bezeichneten Strahlen wird von ihnen mit 67 *cm* angegeben. Im folgenden wurde in allen theoretischen Überlegungen der Cambridger Schule diese Reichweite als die der um 180° gegen die primären α-Teilchen ausgesandten Strahlung in Rechnung gesetzt. Vor einiger Zeit hat jedoch G. Kirsch[2] auf Grund einer näheren Diskussion der Rutherford'schen Anordnung nachweisen können, daß es sich bei dieser Bestimmung um Strahlen handelte, die in allen Richtungen von 90 bis 180° gegen die α-Strahlen ausgesandt werden und daß dabei die eigentlichen »backward particles« in Rutherfords Sinne nur mit etwa 13% beteiligt sind. Die Reichweite von 67 *cm* dürfte sich daher eher auf die unter 90° ausgesandten Teilchen beziehen, und diejenige der direkt nach rückwärts fliegenden Teilchen würde wohl noch geringer anzunehmen sein. Ganz abgesehen von diesem Punkte berechtigen aber Rutherfords und Chadwicks Messungen einigermaßen die Annahme einer gleichförmigen Verteilung der Sekundärteilchen aus Aluminium auf den ganzen Raum. Die Zahl der gefundenen Teilchen ist sehr klein und ergibt auf Grund der angeführten Annahme, daß etwa

[1] E. Rutherford und J. Chadwick, Phil. Mag., Vol. 42, p. 809, 1921.
G. Kirsch, Phys. Zeitschr., *26*, p. 379, 1925.

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

2 von 10^6 α-Partikeln zu einer Zerlegung des Aluminiumkernes unter Aussendung von Teilchen über 32 *cm* führen.

Im weiteren Verlaufe der Untersuchungen wurde der Effekt auch bei Verwendung von α-Strahlen anderer Herkunft und Reichweite untersucht und gefunden, daß mit steigender Geschwindigkeit der Primärstrahlen sowohl Zahl als Reichweite der Atomtrümmer wachsen. Unter 4·9 *cm* Primärreichweite konnte kein Zertrümmerungseffekt mehr nachgewiesen werden, da sich die hier gefundenen Werte in der Größenordnung des natürlichen Apparateffektes, wie ein solcher durch einen Wasserstoffgehalt der verwendeten Absorptionsfilter etc. und für geringere Absorptionswerte durch die Strahlung der Quelle selbst hervorgebracht wird, bewegen. Aus demselben Grunde konnten auch die Absorptionskurven nur von zirka 29 *cm* Luft ab mit größerer Bestimmtheit angegeben werden. Die H-Strahlen aus Aluminium, denn als solche waren sie von Rutherford und Chadwick in ihrer zweiten Arbeit über Atomzertrümmerung[1] durch magnetische Ablenkungsversuche bestimmt worden, sind dann auch zusammen mit den H-Strahlen aus verschiedenen anderen Elementen in den Untersuchungen von G. Kirsch und H. Pettersson[2] und H. Pettersson[3] nachgewiesen worden und bildeten in Bezug auf die in Cambridge gefundene Zahl und Reichweite wiederholt dortselbst die Grundlage zu theoretischen Überlegungen.

Im Jahre 1924 haben Rutherford und Chadwick[4] nach einer im Prinzipe schon früher von G. Kirsch und H. Pettersson[5] angegebenen Methode, welche es erlaubt, die in 90° gegen die auftreffenden α-Teilchen ausgesandten H-Strahlen bis zur Reichweite der in diesen Winkelbereich reflektierten α-Strahlen herab (für Aluminium 4·5 *cm* Luft) zu beobachten, neben anderen Elementen auch Aluminium mit optischen Hilfsmitteln, die eine große Ausbeute erlaubten, genau untersucht. Nach diesen Versuchen sollen die H-Strahlen aus Aluminium eine Minimalreichweite besitzen, die zwischen 13 und 14 *cm* liegt. Ferner wird die Zahl der H-Strahlen, die aus einer 5 *mm* Luft äquivalenten Aluminiumfolie von α-Strahlen mit 7 *cm* Reichweite ausgelöst werden, zu 1 auf 10^6 α-Strahlen angegeben, also bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Rutherfords Annahme, daß nur die ersten 2 *cm* der α-Reichweite wirksam sind: 4 auf 10^6. An beide Ergebnisse werden theoretische Überlegungen von großer Tragweite für unsere Anschauungen über den Bau des Atomkernes und den Vorgang seiner Zerlegung geknüpft, auf die wir noch in einem anderen Zusammenhange zu sprechen kommen werden.

---

[1] E. Rutherford und J. Chadwick, Phil. Mag., Vol. 44, p. 417, 1922.

[2] G. Kirsch uud H. Pettersson, Mitt. Ra-Inst. Nr. 160, diese Ber. 132, 299, 1923; Phil. Mag. 47, p. 500, 1924.

[3] H. Pettersson, Mitt. Ra-Inst. Nr. 173, diese Ber. 133, 573, 1924.

[4] E. Rutherford und J. Chadwick, Proc. Phys. Soc. London 36, 417, 1924.

[5] G. Kirsch und H. Pettersson, Verh. d D. phys. Ges. 25, 20, 1924. Nature 113, 603, 1924.

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

Die bereits erwähnten, von H. Pettersson und G. Kirsch seit dem Jahre 1922 in Wien durchgeführten Untersuchungen über Atomzertrümmerung lassen es, dank ihrer stetig zu größerer Vervollkommnung gelangenden Methodik, unzweifelhaft erscheinen, daß der Vorgang der Atomzertrümmerung ein bei weitem häufigerer ist, als ursprünglich von seiten der Cambridger Schule angenommen worden war. Die erwähnten Arbeiten zeigen insbesondere, daß man bei möglichst günstiger geometrischer Anordnung der drei Elemente: Szintillationsschirm, zu zertrümmernde Substanz und α-Präparat, sowie durch eine Steigerung der Lichtstärke der optischen Hilfsmittel auf den erreichbaren Höchstwert eine bedeutende Verbesserung der Ausbeute in qualitativer und besonders auch in quantitativer Hinsicht erreichen kann. So haben die Ergebnisse einiger Versuche von H. Pettersson,[1] bei denen Aluminium als Referenzsubstanz verwendet worden war sowie die von ihm bei Gelegenheit der Untersuchung auf Doppelszintillationen erhaltenen Resultate[2] einen Wert gezeitigt, der den von Rutherford für die Absolutzahl der erzeugten H-Strahlen gefundenen um ein Vielfaches übersteigt.

Diese Tatsache ließ es im Hinblick auf die Wichtigkeit der von Rutherford und Chadwick aus ihren Ergebnissen abgeleiteten theoretischen Folgerungen dringend wünschenswert erscheinen, die H-Strahlen aus Aluminium einer genauen quantitativen Prüfung zu unterziehen. Es erschien vor allem notwendig:

1. Eine möglichst präzise Angabe über die relativ zur Menge der α-Teilchen ausgelöste Zahl von H-Partikeln zu erreichen,

2. Aufschluß über die Frage der gleichförmigen Verteilung der H-Strahlen auf verschiedene Emissionsrichtungen zu geben,

3. nach einer Minimalreichweite der H-Strahlen zu suchen und schließlich

4. zu entscheiden, bis zu welcher Minimalgeschwindigkeit die α-Strahlen zertrümmernd wirken können.

Der Verlauf der Untersuchungen zeigte bald nur zu deutlich die beträchtlichen Schwierigkeiten, die sich einer quantitativen Untersuchung mit Hilfe einer subjektiven Meßmethode, wie sie die in diesem Falle bis jetzt einzig anwendbare Szintillationszählung ist, entgegenstellen. Obzwar es aus diesen, bei Besprechung der Versuche näher zu diskutierenden, Gründen nicht möglich ist, zurzeit zu einer quantitativ genauen Entscheidung der einzelnen Punkte der Untersuchung zu gelangen, so sollen doch im folgenden einige der bis jetzt erreichten Resultate dargelegt werden, die sich auf eine Emissionsrichtung der H-Teilchen um 150° gegen die Primärstrahlung beziehen, da sie in mehr als einer Beziehung den in Cambridge erhaltenen widersprechen.

H. Pettersson, l. c.

daselbst Nr. 176, diese Ber. 134, 45, 1925.

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

Versuchsanordnung und Arbeitsmethode.

Für die Untersuchung der Absolutzahlen der ausgelösten Atomtrümmer lag es von vornherein auf der Hand, eine Anordnung vom Typus der von H. Pettersson in seiner Arbeit »über die Zertrümmerung des Kohlenstoffes«[1] beschriebenen zu verwenden. Die für diesen Apparat charakteristische Anordnung von Szintillationsschirm (*Z*), ringförmigem Präparate (*P*) und Substanz (*S*) ist in Fig. 1 wiedergegeben.

Eine derartige Anordnung ermöglicht die Beobachtung der nahezu nach rückwärts ausgeschleuderten H-Teilchen bis zu einer Minimalabsorption von wenigen Millimetern bei Arbeit in Helium

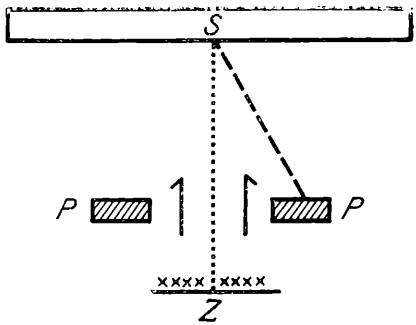

Fig. 1.

und bis zum Absorptionswerte Null bei Arbeiten im Vakuum, ohne daß man irgendeine andere Strahlung befürchten müßte, die sich dem zu beobachtenden Effekte überlagern könnte. Die Zahl der in diesen Winkelbereich reflektierten α-Teilchen ist ja von vornherein als sehr klein zu erwarten, was die Versuche auch in vollem Maße bestätigten. Neben der vorteilhaften Symmetrie der Anordnung, liegt ein weiterer Vorzug derselben in der verhältnismäßig sehr großen Ausbeute an Sekundärpartikeln, die zum Schirme gelangen können, was ein Herabgehen mit der Präparatstärke ermöglicht. Es zeigte sich bereits nach wenigen Versuchen, daß auch eine geringe Luminiszenz des Szintillationsschirmes, wie sie durch die primäre und sekundäre γ-Strahlung und die sekundäre aus der Substanz ausgelöste β-Strahlung erzeugt wird, geeignet ist, einen großen Teil der äußerst lichtschwachen Szintillationen der Partikel kurzer Reichweite unsichtbar zu machen. Die H-Szintillationen dürften sicher schon in einiger Entfernung vom Ende der Reichweite der H-Strahlen an Helligkeit beträchtlich abnehmen, obzwar bis jetzt keine diesbezüglichen Messungen etwa nach der von

[1] H. Pettersson, Mitt. a. d. Ra.-Inst. Nr. 168, diese Ber. 133, 445, 1924.

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

E. Kara-Michailova und H. Pettersson[1] ausgearbeiteten Methode der Szintillationsphotometrierung vorliegen. Es war anfangs eine erstaunliche Tatsache, daß in allen Versuchsprotokollen mit RaC als α-Strahler, abgesehen von der vorhergegangenen Akkomodationszeit und bei den geübtesten Zählern stets mit Abnahme des Präparates ein Anstieg an Ausbeute zu verzeichnen war.[2] Nachdem die verwendeten Präparate stets auf das sorgfältigste vor und nach der Messung durch Bestimmung der γ-Aktivität mit Hilfe einer Curie-Anordnung gemessen wurden, konnte die Ursache nur in einer Verschiebung der Reizschwelle des Auges für H-Strahlen durch die Abnahme des diffusen Leuchtens des Schirmes liegen. Die Versuche mit Apparaten des erwähnten Typus, die ein Maximum an Ausbeute lieferten und so die Verwendung auch schwächerer Präparate (von 2 *mg* Äquiv. abwärts) ermöglichten, ohne daß dadurch die Zähler durch zu geringe Zahlen ermüdet wurden, zeigten deutlich die Richtigkeit dieser Vermutung. Jedenfalls ist die Benützung eines den Hintergrund auf konstanter Helligkeit haltenden Lämpchens, wie sie Rutherford[3] angibt, für quantitative Messungen völlig unzulässig. Erwähnt man noch, daß der gewünschte Apparat eine Untersuchung der H-Teilchen mit verschiedenen α-Reichweiten und in verschiedenen Winkelbereichen sowie eine Verwendung von dünnen Folien als zu zertrümmerndes Material ermöglichen soll, so sind damit die Richtlinien zur Konstruktion gegeben.

Dank der freundlichen Überlassung seines Originalapparates durch Herrn Dr. Pettersson war ich anfangs in die Lage versetzt, mit diesem die Untersuchungen zu beginnen. Bei Versuchen mit dünnen Folien muß man wegen der durch dieselben dringenden primären α-Strahlen, die am Messing der Gefäßwandung reflektiert werden, die Wände mit Paraffin überziehen. Doch hätte die Zahl der aus dem Kohlenstoff des Paraffins erzeugten H-Strahlen bei den kleinen Dimensionen des Apparates störend wirken können, weshalb ein geeigneter zylindrischer Oberteil von 12 *cm* Höhe in Verwendung kam, dessen Innenwandung selbstverständlich auch paraffiniert war. Ein Messingrahmen, in den die zu untersuchende Aluminiumfolie gespannt ist, kann beliebig in den Strahlengang hinein- und herausgedreht werden, wobei Größe und Abstand dieses vom Schirm stets so gewählt sind, daß andere Strahlen, als solche vom Aluminium oder von der weit entfernten paraffinierten Wandung nicht zum Schirme gelangen können. Durch Wegdrehen des Rahmens aus dem von Schirme gesehenen Raumteil kann außerdem der ganze Wandeffekt bestimmt werden. Eine weitere Stufe der methodischen Entwicklung stellt ein Apparat dar, bei dem ein Auf- und Abbewegen einer Trommel, über die Aluminiumfolie oder Aluminium-

---

[1] E. Kara-Michailova und H. Pettersson, Mitt. d. Ra.-Inst. Nr. 164 diese Ber. 133, 163, 1924.

Siehe auch Pettersson l. c. p. 580.

[3] E. Rutherford, Phil. Mag., Vol. 37, p. 541, 1919.

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

blech gespannt war, bei evakuiertem Apparate, also unter gleichen Versuchsbedingungen, eine Beobachtung der H-Teilchen aus verschiedenen Winkelbereichen ermöglichte. Fig. 2a und b gibt das Schema des Apparates, der sich für die Untersuchung der Hauptpunkte am geeignetsten erwies. Das in zwei ungefähr gleichgroße Teile zerfallende, im ganzen 10·5 *cm* hohe, zylindrische Gefäß besteht aus Messing und hat eine Weite von 9·7 *cm*. *P* bedeutet das ringförmige Präparat, das auf einem in den Messingteil *M* ein-

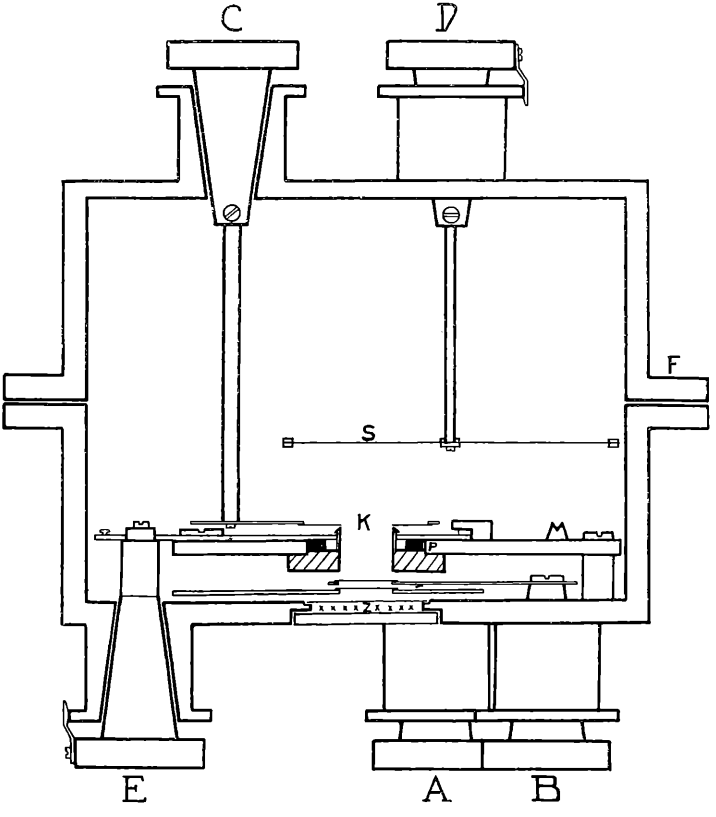

Fig. 2a.

gefällten Bleistück sitzt. Dieses hat zentrisch eine Kanalöffnung *K*, deren Wände mit einem dünnen eingeschobenen Messingzylinder versehen sind, der etwas über die Mündung des Kanals herausragt. Das Präparat bestand in einem Invarring von 20, beziehungsweise 14 *mm* Durchmesser. *Z* ist der Szintillationsschirm, der über die 9 *mm* weite kreisrunde Öffnung im Boden des Gefäßes luftdicht eingekittet ist. Die Schliffe *A* und *B* betätigen mit Zahnradübertragung eine kreisförmige Scheibe, beziehungsweise einen Fächer, mittels welcher Glimmerabsorptionen in den Strahlengang der Sekundär-

partikeln gebracht werden können. Ein auf dieselbe Weise eingeführter H-Strahlenstandard dient zur Eichung der Augen. Schliff *C* ermöglicht die völlige Überdeckung des Präparates mit Glimmerringen geeigneter Absorption zwecks Abkürzung der α-Reichweite. Die Anordnung ist dabei natürlich so getroffen, daß Strahlen, die von diesem Glimmer ausgehen, beziehungsweise an ihm reflektiert werden, nicht auf den Schirm gelangen können. Schliff *D* bewegt die Messingscheibe *S*, welche Löcher entsprechender Größe enthält, über die das zu untersuchende Aluminium gespannt ist

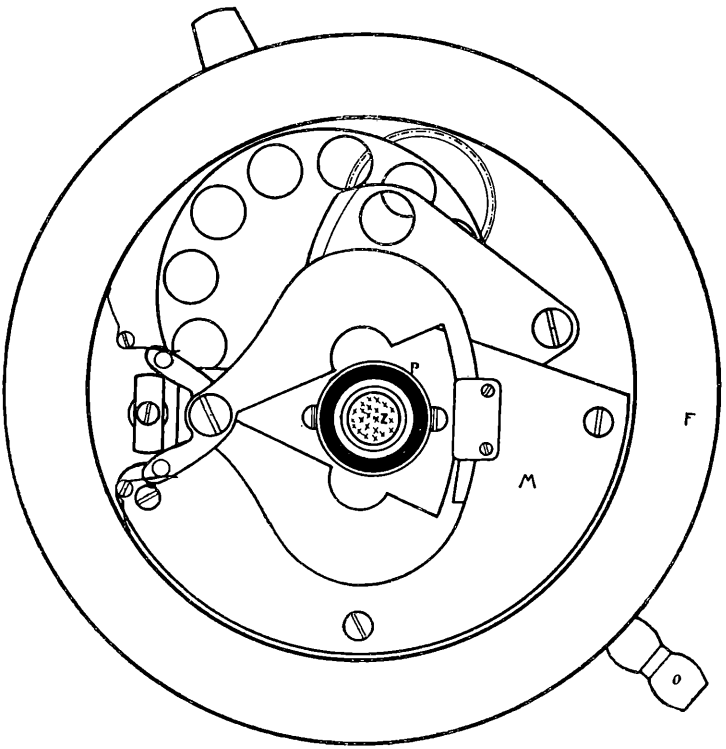

Fig. 2b.

Ferner ist auf derselben gelegentlich ein P_o-Präparat befestigt, von dem ein ausgeblendetes α-Strahlenbündel auf den Schirm gerichtet und bei verschiedener Abbremsung die Szintillationserregung mit der von H-Strahlen verglichen werden kann. Der Metallschliff *E* betätigt schließlich eine scherenartige Anordnung, die das völlige Zudecken des Präparates zwecks Konstatierung irgendeines unerwünschten Apparateffektes gestattet.[1] Die häufige Benützung einer derartigen Anordnung muß bei einer Untersuchung wie der vorliegenden un-

[1] Der in der Skizze angeführte, mit Federwirkung betriebene Mechanismus der Bewegung zweier Segmente aus Messingblech bewährt sich besser als ein Zahnradverschluß.

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

bedingt gefordert werden. Der Apparat ist durch die Flanschen F vollkommen luftdicht verschließbar und kann durch das Rohr O evakuiert werden. Kanal und Schirm sind zwischen den einzelnen Versuchen und bei Einbringung des Präparates durch Verschließen des Kanals K mit einem Stöpsel geschützt. Den Szintillationsschirm, dessen Wirkungsgrad stets genau festgelegt war (zirka 75 bis 80%), schützt außerdem noch ein Stück aufgelegten Aluminiumschaums von 1 *mm* Luftäquivalent.

Die Substanzscheiben bestanden aus in Vakuum geschmolzenem Aluminium, das also möglichste Freiheit von okkludierten Gasen gewährleistete und waren ebenso wie die verwendeten Folien außerdem noch vor Gebrauch in Vakuum erhitzt worden.

Die verwendeten RaC-Präparate wurden nach der von H. Pettersson[1] sowie von G. Ortner und H. Pettersson[2] ausgearbeiteten Kondensationsmethode hergestellt, die es ermöglicht, jederzeit Präparate in beliebiger Form und Stärke zur Hand zu haben, für deren sorgfältige Herstellung ich auch an dieser Stelle Herrn M. Kindinger meinen wärmsten Dank sagen möchte. Da die hohen Ausbeuten der Apparate das Arbeiten mit verhältnismäßig geringen Präparatstärken ermöglichten, so konnten die Präparate, zunächst in ziemlicher Stärke (zirka 30 *mg*-Äquivalent) hergestellt, vor Benützung einer sehr energischen Entemanierung durch Erhitzen und einem Abpolieren unterzogen werden, wodurch die Gefahr einer Emanationsverseuchung des Apparates fast völlig behoben werden kann. Ein Einfluß dieser Präparatbehandlung auf die normale Abklingung derselben ist nicht vorhanden. Um die weitere Verseuchungsmöglichkeit durch Aggregatrückstoß zu vermeiden, wurden sowohl die RaC wie auch die Poloniumpräparate vor Benützung durch Eintauchen in eine schwache Kollodiumlösung mit einem dünnen Zelluloidhäutchen überzogen. Das Luftäquivalent dieses Häutchens wurde bei jedem Versuche durch Bestimmung der Reichweite der noch durchdringenden α-Strahlen unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperatur und Druckverhältnisse gemessen und betrug meist ungefähr 2 *mm*. Das direkte Überziehen der Präparate mit Zelluloid hat gegenüber dem von Bieler[3] und Rutherford und Chadwick[4] benützten System, den Apparat zum Schutze gegen Verseuchung in zwei Kammern zu teilen, die durch ein Kollodiumhäutchen getrennt sind, den großen Vorteil leichteren und schnelleren Experimentierens beim Zusammensetzen und Evakuieren des Apparates. Bei Verwendung der Poloniumpräparate,[5]

---

[1] H. Pettersson, Mitt. a. d. Ra.-Inst. Nr. 155, diese Ber. 132, 55, 1923.

G. Ortner und H. Pettersson, Mitt. d. Ra.-Inst. Nr. 166, diese Ber. 133, 229, 1924.

[3] Bieler, Proc. Roy. Soc. A. *105*, p. 434, 1924.

[4] L. c.

Für freundliche Hilfe bei der Herstellung der P_o-Präparate bin ich Frau Dr. E. Rona sehr zu Dank verpflichtet.

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

die teils elektrolytisch, teils nach der von Paneth und Hevesy[1] ausgearbeiteten Destillationsmethode hergestellt wurden, muß die Kollodiumschichte vor jedem Versuche aufgelöst und erneuert werden.

Zur Beobachtung der Szintillationen wurden alle drei von Kirsch und Pettersson[2] und D. Pettersson[3] bei ihren Arbeiten in Wien verwendeten Mikroskopanordnungen benützt, deren optische Daten im folgenden angegeben werden:

1. Objektiv: Watson-Holoscopic n. a. 0·45, $f = 16$ *mm*; Okular: Orthoskop (Zeiß);
2. Objektiv: Watson-Holoscopic n. a. 0·70, $f = 12$ *mm*; Okular: Holoscopic;
3. Objektiv: Watson-Holoscopic n. a. 0·85, $f = 16$ *mm*; vergrößertes Huygh.-Okular.

Die Mikroskope 2 und 3 liefern wegen ihrer größeren Lichtstärke bedeutend bessere Bedingungen zur Beobachtung von H-Szintillationen. Im Falle der Benützung von Mikroskop 3 muß für eine intermittente, leichte Erhellung des Gesichtsfeldes durch ein im Apparate angebrachtes und von außen regulierbares Erbsenlämpchen Sorge getragen werden, um eine dauernde Zentrierung des Auges zu ermöglichen. Eine angenähert korrekte quantitative Bestimmung der H-Szintillationen ist jedoch bei dauernder noch so geringer Beleuchtung durch das Lämpchen vollständig ausgeschlossen.

Die Technik der Szintillationszählung selbst (Zahl und Verwendungsart der Zähler, Zählzeit etc.) entsprach den reichlichen und oft diskutierten Erfahrungen, die im Laufe der letzten Jahre in diesem Institute gemacht wurden.

Versuchsergebnisse.

RaC als α-Strahler. Versuche mit unverkürzter α-Reichweite.

Die Versuche mit RaC verschiedener Anfangsstärke des Präparates und mit verschiedenen Anordnungen, die das diffuse Aufleuchten des Schirmes mehr oder weniger hervortreten ließen, machten es, wie bereits erwähnt, klar, daß eine auch nur angenähert exakte Bestimmung der Absolutzahlen der ausgelösten H-Teilchen derzeit nicht möglich ist. Beschränkt man sich jedoch auf die Angabe eines aus einer sehr großen Zahl von Messungen im Winkelbereiche um 150° gewonnenen Minimalwertes, so ergibt sich, daß von 10^6 α-Teilchen von RaC etwa 30 H-Partikel beim Durchsetzen einer Aluminiumfolie von 1 *cm* Luftäquivalent ausgesandt werden unter der üblichen Voraussetzung einer gleichmäßigen Raumverteilung der H-Strahlen. Dieser Wert steigt bei Verdoppelung

[1] Paneth und Hevesy, Mitt. a. d. Ra.-Inst. Nr. 45, 1913.

[2] G. Kirsch und H. Pettersson, Daselbst, Nr. 160, diese Ber. 132, 301, 1923 und daselbst Nr. 180, 1925.

[3] D. Pettersson, Daselbst, Nr. 163, diese Ber. 133, 153, 1924.

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

der Aluminiumdicke etwa proportional mit derselben, nimmt entsprechend der stärkeren Absorption der kurzen Strahlen mit weiterer Steigerung der Substanzdicke nur langsam zu und erreicht bei Verwendung einer die α-Teilchen völlig absorbierenden Schichte etwa die Zahl 80 pro 10^6 α.

Fig. 3 gibt zwei Absorptionskurven von H-Teilchen, die unter einem Winkel von zirka 150° gegen die Primärstrahlung austreten (von 145 bis 155°). Kurve *A* ist mit Aluminium von 1 *cm*, Kurve *B* mit solchem von mehr als 7 *cm* Luftäquivalent aufgenommen. Die Ordinaten geben die Zahl der pro *mg*-Äquivalent und Minute beobachteten Szintillationen, die Abszissen die Absorptionswerte in

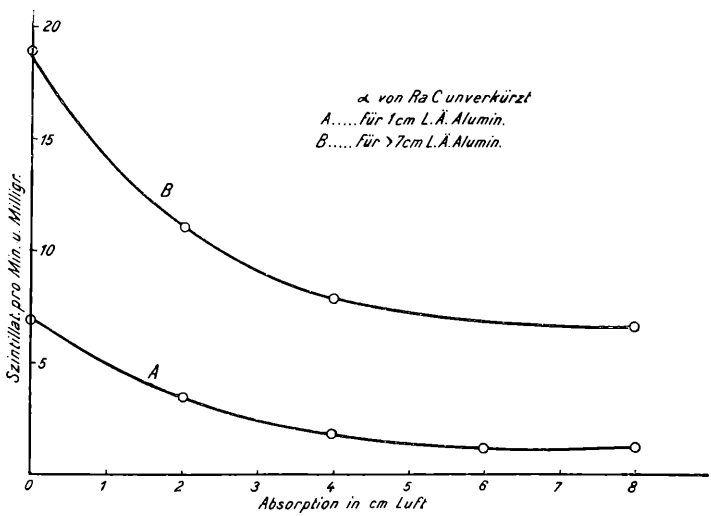

Fig. 3.

Zentimeter Luft. Fig. 4 zeigt den Normaltypus, der sich aus einer Mittelwertbildung aus sieben verschiedenen Versuchen mit dickem Aluminium in einem unsymmetrisch gebauten Apparat ergab. Die Fig. 3 und 4 sind wegen der nicht so guten Sichtbarkeitsverhältnisse in dem letzterwähnten Apparate und wegen des verschiedenen und weiter begrenzten Winkelbereiches (120 bis 145°), der mit demselben ausgenützt werden konnte, nicht direkt vergleichbar. Tabelle 1 gibt zwei für die betrachteten Fälle erhaltene Meßresultate.

Tabelle 1.

A. Al von 1 *cm* Luftäquivalent:		*B.* Al von 7 *cm* Luftäquivalent:	
Abs. in Zentimeter Luft	Zahl der beob. Szint.	Abs. in Zentimeter Luft	Zahl der beob. Szint. pro Min.-*mg*
0	7	0	18·4
2	3·5	2	11·2
4	1·9		
6	1·3	4	8
8	1·4	8	6·7

Bevor wir zur Diskussion der Kurven übergehen, mögen nochmals die Schwierigkeiten hervorgehoben werden, welche der Aufnahme von Absorptionskurven in diesem Gebiete der kleinen Reichweiten der H-Strahlen entgegentreten. Obzwar der Szintillationsschirm vor der direkten β- und γ-Wirkung des Präparates möglichst geschützt ist, so ist er dies nicht gegenüber der am Aluminium ausgelösten sekundären Strahlung. Da eine weitere Steigerung der Ausbeute ohne eine für den optischen Teil der Untersuchungen ungünstige Vergrößerung des Gesichtsfeldes oder einen Verzicht auf einen enger begrenzten Winkelbereich technisch unmöglich ist, so sieht man sich in diesem Falle stets vor die Alternative gestellt, entweder die Präparatstärke zu vergrößern und damit auf einen großen Teil der schwachen Szintillationen zu ver-

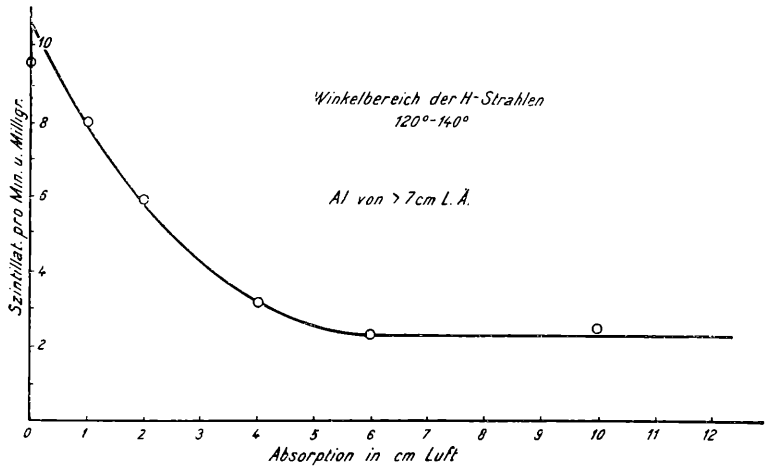

Fig. 4.

zichten, oder mit einem schwächeren Präparate, das heißt geringer Ausbeute die Zähler sehr rasch zu ermüden. Aus diesen Gründen wurde von einer Untersuchung der über 8 *cm* liegenden Absorptionswerte im allgemeinen abgesehen. Bei den niedrigeren Absorptionsstufen hingegen muß man sich vor Augen halten, daß hier die Mehrzahl der Szintillationen eine sehr geringe Lichtstärke aufweist. Obwohl man daher hier bezüglich der Schirmluminiszenz wegen der Möglichkeit der Verwendung schwächerer Präparate besser daran ist, sind die Beobachtungsverhältnisse wieder aus diesem anderen Grunde schlechter. Selbst bei den geübtesten Zählern in guter Verfassung ist die Streuung der Werte in diesem Gebiete oft recht beträchtlich.

Obwohl aus den angeführten Gründen den gegebenen Kurven in ihrem Verlaufe nur eine beschreibende Bedeutung beigelegt werden mag, so ist doch neben der erhaltenen großen Zahl von H-Teilchen die Feststellung als unzweifelhaft anzunehmen, daß von

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

einer Minimalreichweite derselben nicht die Rede sein kann. Gerade unterhalb 5 *cm* Absorption in Luft, bis zu welcher Mindestreichweite die Messungen von Rutherford und Chadwick zu gehen scheinen, steigen die Kurven durchwegs zum Nullwerte der Absorption steil an.[1] Der auffallenderweise nahezu parallele Verlauf der Kurven *A* und *B* in Fig. 3 erklärt sich aus der stärkeren Absorption der Strahlen geringeren Durchdringungsvermögens, für den Fall *B*, wo die Strahlung aus dicken Substanzschichten ausgelöst wird.

Für die Entscheidung der Frage nach der Verteilung der H-Teilchen über verschiedene Winkelbereiche konnten die Untersuchungen bis jetzt nicht abgeschlossen werden, doch geben sie zum mindesten keinen Grund zu der Annahme einer ungleichförmigen Verteilung in dem untersuchten Winkelbereiche (115 bis 170°). Übrigens werden diese Beobachtungen für kleine Absorptionswerte in Richtungen, die einen beträchtlich geringeren Winkel als 150° mit der primären α-Strahlung einschließen, erschwert, da hier die Zahl der reflektierten α-Partikeln schon merklich zunimmt.

Versuche mit verkürzter α-Reichweite von RaC.

Die Versuche mit verkürzter Reichweite der Strahlen zeigen deutlich, daß die von Rutherford mit 4·9 *cm* angegebene Grenze der Zertrümmerungsfähigkeit der Strahlen bei weitem zu hoch festgesetzt ist. Tatsächlich konnten bis zu einer Reichweite der α-Strahlen von 1 *cm* herab H-Strahlen in dem untersuchten Winkelbereiche in großer Zahl beobachtet werden, womit die Zertrümmerungsfähigkeit von α-Strahlen bis zu einer Grenze von 1 *cm* Restreichweite mit Bestimmtheit nachgewiesen ist. Die mit noch geringerer Geschwindigkeit der α-Teilchen vorgenommenen Messungen sind zu wenig zahlreich, um eine definitive Aussage über die gesuchte untere Grenze der α-Geschwindigkeit, die zur Auslösung eines Protons aus dem Kerne nötig ist, machen zu können. Außerdem ist in Betracht zu ziehen, daß die Zahl der reflektierten α-Teilchen kurzer Reichweite bei abnehmender Primärgeschwindigkeit derselben wächst und eine genaue Messung der Zahl der Protonen ungemein schwierig macht. Die Kurve, Fig. 5, für α-Strahlen von 1 1 bis 1·3 *cm* Reichweite, ist mit einem Apparate des Ringpräparattypus aufgenommen, der eine große Ausbeute lieferte, jedoch bezüglich der Winkelhomogenität wenig befriedigende Verhältnisse aufweist. Auch war es in diesem Falle nicht möglich, die Primärstrahlung gelegentlich ganz auszuschalten, doch wäre ein auch geringer Apparateffekt auf andere Weise deutlich geworden. Die hohen Zahlen beim Nullabsorptionswert zwingen zur sogenannten »Gruppenzählung«, ein Verfahren, bei welchem der Zähler einige rasch aufeinanderfolgende

[1] Es besteht die Möglichkeit, daß es sich bei der zahlreichsten und kürzesten Gruppe zum Teil um ausgeschleuderte langsame α-Teilchen und nicht um H-Strahlen handelt. Eine Entscheidung dieser Frage kann jedoch nur durch noch auszuführende Ablenkungsversuche erreicht werden.

Szintillationen zusammenfaßt und dem Protokollführer zuruft. Ein solches Zählen über 15 Sekunden auszudehnen, ist unzweckmäßig. Mit einigermaßen geübten Zählern lassen sich jedoch so recht befriedigende Mittelwerte erzielen. Tabelle 2 gibt die zu Fig. 5 gehörigen Daten. Die Angabe der α-Reichweite zwischen zwei Grenzwerten rührt von der schiefen Durchsetzung der Glimmerabsorptionen und der damit verbundenen Steigerung des Absorptionswertes für einen Teil der α-Strahlen her.

Tabelle 2.

H-Strahlen von α-Teilchen der Reichweite 1·1 bis 1·3 *cm* ausgelöst.

Abs. in *cm*	Szint. pro Min. und *mg*
0	144 (in Gruppen gezählt)
1	117 »
2	74
4	32·5
6	19
8	8·5
11	11

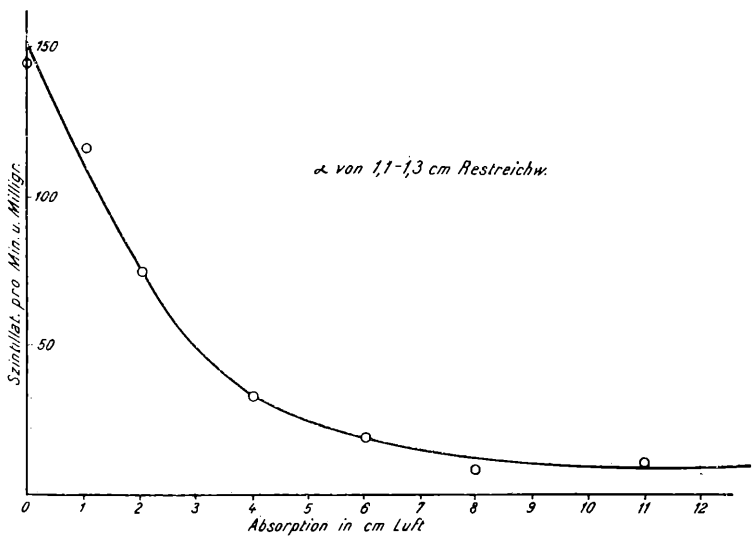

Fig.

Tabelle 3 gibt zwei Versuchsreihen, aufgenommen mit dem beschriebenen Apparat und mit α-Strahlen von 3·9 bis 4·1 *cm*, beziehungsweise von 2·4 bis 2·6 *cm* Reichweite in Luft an. Die H-Strahlen werden hier aus einer Schichtdicke, in der

Tabelle 3.

A. Von 3·9 bis 4·1 *cm*		*B.* Von 2·4 bis 2·6 *cm*	
Abs. in *cm*	Szint. pro Min.-*mg*	Abs. in *cm*	Szint. pro Min.-*mg*
0	16·1	0	8·1
2	7·1	1	4·2
4	5·5	2	2·4
—	—	4	1·6

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

sich die betreffende α-Strahlung totläuft, ausgelöst und wie früher unter einem Winkel von durchschnittlich 150° beobachtet.

Für diese Primärreichweiten typische Kurvenformen sind in Fig. 6 wiedergegeben. Wie aus dieser und Fig. 5 zu ersehen ist, lassen die Kurven nirgends einen Ansatz zur Verflachung erkennen, was auf eine vorhandene Minimalreichweite der H-Strahlen deuten könnte. Der Kurvenverlauf bleibt durchwegs konkav und die Zahl der H-Teilchen steigt im Gegenteil gerade bei niedrigeren Absorptionswerten sehr steil an. Eine definitive Entscheidung der Frage nach einer (eventuellen, sehr kleinen) minimalen Reichweite der H-Strahlen ist im Bezirk unter 1 *cm* wegen des Mitauftretens von

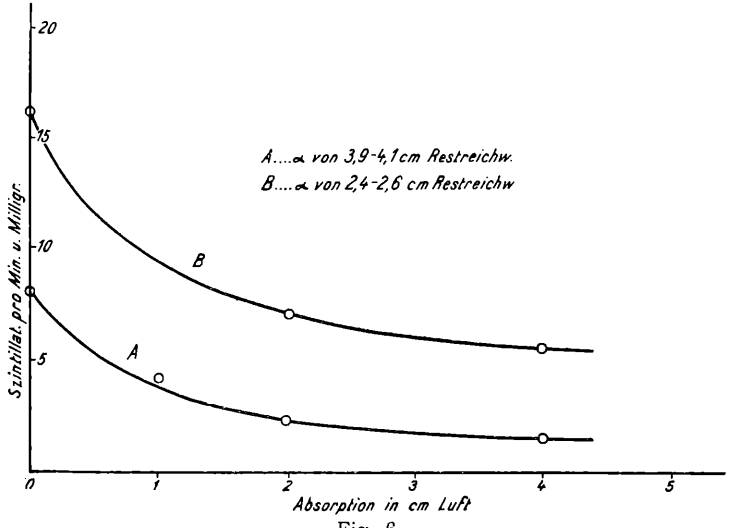

Fig. 6.

reflektierten α-Teilchen in größerer Zahl mit den derzeitigen optischen Hilfsmitteln nicht durchführbar. Auffallenderweise zeigt die Zahl der von α-Teilchen reduzierter Reichweite ausgelösten H-Strahlen bei minimaler Absorption in den untersuchten Reichweitenbezirken nicht die zu erwartende Abnahme mit der Geschwindigkeit der Primärstrahlen. Dagegen scheint die Zahl der H-Teilchen schon bei einigen Zentimetern Absorption mit abnehmender Reichweite der α-Strahlen rasch zu sinken. Eine Reichweitenbestimmung ist aus den schon bekannten Gründen nicht möglich. Eine beiläufige Interpolation auf Grund der Kurvenneigung läßt die Vermutung zu, daß nur etwa $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ der beim Absorptionswerte 0 beobachteten H-Partikel über 12 *cm* Luft hinausgehen. Einer solchen Schätzung ist jedoch kein größeres Gewicht beizumessen.

Polonium als Strahlungsquelle.

Mit der Konstatierung einer unterhalb der Reichweite von 4 *cm* vorhandenen Zertrümmerungsfähigkeit der verwendeten α-Strahlen ist der

Weg zur weiteren Untersuchung durch Verwendung von Polonium als α-Strahler gegeben. Die in dieser Richtung erst neuerdings gemachten Versuche lassen erkennen, daß in der Benützung eines genügend starken Po-Präparates die begründetste Aussicht auf Erlangung einer präzisen Absolutzahl und wohldefinierter Absorptionskurven gelegen ist, da das Po neben der α-Strahlung keine andere intensivere Strahlung aufweist, die ein diffuses Leuchten des Szintillationsschirmes hervorbringen könnte, so daß das Zählen der einzelnen Lichtblitze auf fast völlig dunklem Hintergrunde erfolgen kann. Insbesondere wird die Untersuchung der Absorptionskurven der unter kleinen Winkeln gegen die α-Strahlung ausgesandten H-Teilchen bedeutend erleichtert werden. Ein Vergleich der mit den bis jetzt verwendeten schwachen Po-Präparaten gewonnenen Absolutzahlen mit den für verkürzte RaC-α-Strahlen erhaltenen, zeigt die unbestreitbare Überlegenheit des Poloniums als Strahlungsquelle zur Wahrnehmung der schwächsten Szintillationen. Die erhaltenen Resultate ergeben noch höhere Werte der Anzahl an H-Teilchen für den Zentimeter Weglänge einer α-Partikel im Aluminium, als mit RaC-α-Strahlen bestimmt wurden. Auch bei Po bestätigt sich das schon mit verkürzten α-Strahlen von RaC gewonnene Resultat, daß eine Minimalreichweite der H-Teilchen im Winkelbereich um 150° gegen die Primärstrahlung nicht zu finden ist. Gewisse Spitzenwerte der Beobachtungen sehr gut akkomodierter Zähler lassen außerdem eine ziemlich zahlreiche kurze Gruppe (unter 1 *cm* Reichweite) vermuten. Ob diese Strahlen als H-Strahlen oder eine andere Art von Atomtrümmern anzusprechen sind, muß dahingestellt bleiben. (Siehe Fußnote S. 396.) Nur sehr wenige H-Teilchen dürften über einen extrapolierten Wert von 8 *cm* hinausgehen.

Die Bestimmung der Intensität der verwendeten Po-Präparate geschah in der Weise, daß aus dem im Plattenkondensator in elektrostatischen Einheiten gemessenen Sättigungsstrom der Ionisationswirkung nach den Angaben von I. Curie[1] die Zahl der allseitig ausgesandten α-Teilchen berechnet wurde. Es entspricht darnach einer halbseitig gemessenen Ionisationswirkung von 1000 stat. Einheiten eine allseitig ausgesandte Zahl von $2 \cdot 6 \quad 10^7$ Teilchen, was also an Zahl der von $7 \cdot 03 \quad 10^{-1}$ *mg*-Äquivalent RaC ausgesandten α-Teilchen gleichkommt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die an die Augen des Beobachters so hohe Anforderungen stellende Zählung der schwächsten Szintillationen von H-Teilchen kurzer Reichweite notwendig stark streuende Werte ergeben muß, so daß es nach Herstellung eines Po-Präparates geeigneter Form und Stärke eines großen Aufwandes an Mühe und Zeit bedarf, um aus einem nach statistischen Überlegungen zu sichtenden Versuchsmaterial, abschließende Urteile ziehen zu können.

---

1. Curie, Thèses. Paris, 1925.

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

Diskussion der Versuchsergebnisse.

Auf Grund seiner Satellithypothese gelangte Rutherford zu der Auffassung, daß die Kraft in jener Region um den Atomkern, in der sich der H-Satellit bewegt, eine anziehende zwischen Ladungen gleichen Vorzeichens sein muß, daß also das Coulombsche Gesetz hier zu gelten aufhört. Da die Kraft jedoch in größerer Entfernung vom Kernmittelpunkt dem Coulomb'schen Gesetze gehorcht, so muß eine den Kern umschließende Fläche bestehen, in der die Kraft 0, das Potential ein Maximum wird. Das Proton müßte sich innerhalb dieser Fläche bewegen und es bedürfte eines α-Teilchens von einer bestimmten Mindestenergie, um den Satellit über diese kritische Zone herauszuschleudern. Dieser müßte dann seinerseits eine bestimmte, der mitgeteilten Minimalenergie entsprechende Minimalreichweite besitzen. Aus jedem dieser Werte läßt sich das Potential der kritischen Fläche berechnen. Wie schon eingangs erwähnt wurde, glaubten Rutherford und Chadwick aus ihren Experimenten sowohl für das stoßende α-Teilchen, wie für die aus Aluminium ausgelösten H-Partikel Anhaltspunkte für die Existenz der betreffenden Minimalzahlen gefunden zu haben. Die angegebenen Werte: 4·9 *cm* für die Grenzreichweite der α-Teilchen, die noch zertrümmernd wirken können und 13 bis 14 *cm* für die Minimalreichweite der H-Strahlen in Luft, ergeben anscheinend in genügender Übereinstimmung gleiche Werte für das Potential in der kritischen Zone. Das α-Teilchen, welches in diese einzudringen vermag, wird also durch die hier wirkenden anziehenden Kräfte zwischen Ladungen gleichen Vorzeichens in den Kern hineingezogen und wirft dabei einen H-Satellit heraus. Es erscheint nach einem letzthin im Aprilheft des »Engineering« (CXIX, 1925, p. 437) publizierten Vortrag allerdings zweifelhaft, ob Rutherford derzeit noch an diesem Bilde festhält oder ob die in der beigefügten Skizze angedeutete negative Ladung innerhalb des Protonenringes das Hereinziehen der α-Partikel besorgt. Eine zweite Stütze ihrer experimentellen Ergebnisse sehen Rutherford und Chadwick im Vergleich der von ihnen gefundenen Absolutzahl an H-Teilchen mit der nach Bielers[1] Theorie berechneten Wahrscheinlichkeit eines Kerntreffers auf Grund seiner Annahme des Vorhandenseins einer mit der vierten Potenz der Entfernung vom Kerne abnehmenden Kraft. Die betreffenden Zahlenwerte, die nach Rutherford und Chadwick in befriedigender Übereinstimmung stehen, sind: $1 \cdot 10^{-6}$ für die gefundene Wahrscheinlichkeit der Auslösung eines H-Teilchens aus Aluminium von 5 *mm* Luftäquivalent durch 7 *cm* α-Strahlen und $1 \cdot 4 \quad 10^{-6}$ für die Wahrscheinlichkeit eines Kerntreffers nach Bielers Annahme.

Die von uns im Vorigen dargelegten experimentellen Ergebnisse würden alle drei von Rutherford und Chadwick zu Grund-

[1] E. S. Bieler, Proc. Cambr. Phil. Soc. 21, 686, 1923.

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

lagen ihrer Theorien gemachten Annahmen widersprechen. Da jedoch die in Cambridge durchgeführten Untersuchungen bezüglich der experimentellen Anordnung und der Winkelbereiche, auf die sich die Messungen an den H-Strahlen beziehen, mit den unsrigen nicht direkt vergleichbar sind, so erscheint es notwendig, auf die diesbezüglichen Unterschiede näher hinzuweisen.

Die erste von Cambridge ausgegangene Bestimmung des Verhältnisses der Zahl der auftreffenden α-Strahlen zur Zahl der ausgelösten H-Teilchen bezieht sich auf nach vorwärts geschleuderte Protonen einer Reichweite von 32 *cm* in Luft. Dieses schon früher erwähnte Verhältnis beträgt 2 zu 10^6. Die verwendete Anordnung, die ein verhältnismäßig starkes Präparat (nach den diesbezüglichen Angaben zirka 25 *mg* Äquivalent), nur getrennt durch die Aluminiumfolie von 3·5 *cm* Luftäquivalent und 3·5 *cm* Sauerstoff sowie die Absorptionsfiltra dem Szintillationsschirm gegenüberstellt, muß eine durch die γ-Strahlung von RaC hervorgerufene (die β-Strahlung war magnetisch abgelenkt) Aufhellung desselben von recht beträchtlicher Stärke ergeben, die den Vorzug der großen Ausbeute, welche durch die vollständig halbseitige Ausnützung des Präparates erreicht wird, zum großen Teile wieder wettmachen mag. Mit derselben Anordnung, nur mit dem Unterschied, daß das mit Aluminium bedeckte Präparat vom Schirm abgewendet ist, wurde auch für die nach entgegengesetzter Richtung ausgesandte Strahlung ein Wert von gleicher Größenordnung gefunden. Ebenso diente diese Anordnung zur Aufnahme von Absorptionskurven der nach vorwärts gesandten H-Teilchen bei Verwendung von Thorium C (8·6 *cm* α-Reichweite) und RaC mit verkürzter α-Reichweite, wobei als zweifelhaft erkannt wurde, ob α-Strahlen von 4·9 *cm* Restreichweite noch zertrümmerungsfähig sein können, da sich die erhaltenen Werte in den Grenzen des Apparateffektes bewegten. Ob dieser Wert, der später als Minimalreichweite der zertrümmerungsfähigen α-Strahlen in die Theorie Aufnahme fand, in der Folgezeit eine weitere Bestätigung durch Experimente erfuhr, ist aus den bis jetzt bekannten Arbeiten der Cambridger Schule nicht zu ersehen. Die zweite Untersuchung Rutherfords und Chadwicks an Aluminium ist die ebenfalls bereits zitierte Zählung der unter einem Winkel von 90° gegen die α-Richtung ausgesandten Protonen (1 auf 10^6 α-Teilchen aus 5 *mm* Luft äquivalentem Aluminium). Die Ausbeute des zu einer solchen Bestimmung benützten Apparates ist notwendig gegenüber der für Rutherford und Chadwicks erste Arbeit geltenden stark reduziert, wodurch wohl neben der erwähnten Benützung eines Mikroskops mit bedeutend vergrößertem Gesichtsfelde (50 mm^2), nur stärkere Präparate in Frage kommen. Es erscheint durchaus möglich, daß unter solchen Bedingungen der in unserer Untersuchung allerdings nur für Winkel von 150° anstatt 90° gefundene ziemlich flache Abfall der Kurve von 5 *cm* Reichweite der H-Strahlen an, der Beobachtung entgangen sein kann, da die durch die Sekundärstrahlung

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

erfolgende Erhellung des Gesichtsfeldes mit der Abnahme der Sekundärabsorption rasch zunimmt. Falls der von uns gefundene hohe Wert des Verhältnisses der Zahlen ausgelöster Protonen zu der der auftreffenden α-Teilchen nicht nur auf den untersuchten Winkelbereich beschränkt ist, wofür ja keine Anhaltspunkte vorliegen, so könnten allerdings zur Erklärung der Diskrepanz mit den um mehr als eine Größenordnung tieferliegenden Cambridger Werten wohl nur Unterschiede in den optischen Verhältnissen bei den betreffenden Messungen herangezogen werden.

Nimmt man mit Rutherford verallgemeinernd den von ihm nach der beschriebenen Methode bestimmten Wert der Minimalreichweite der α-Teilchen, die befähigt sind, H-Teilchen von über 12 *cm* Reichweite in Luft nach vorwärts auszuschleudern, als den Grenzwert der Zertrümmerungsfähigkeit überhaupt an, so ergibt sich auch in diesem Punkte ein Widerspruch mit den hier beschriebenen Resultaten. Es besteht zwar eine gewisse Möglichkeit einer ungenauen Differenzierung zwischen H-Teilchen und den bei Versuchen mit α-Teilchen kurzer Reichweite in großer Zahl auftretenden reflektierten α-Teilchen geringerer Geschwindigkeit, doch gilt das nur für die kleinsten Absorptionswerte und würde die deutlich wahrnehmbaren H-Szintillationen bei höheren Absorptionswerten nicht erklären können.

Es ist vielleicht von Interesse, in diesem Zusammenhange zu erwähnen, daß schon in einigen früheren Arbeiten Beobachtungen gemacht wurden, die auf eine Aussendung von H-Teilchen durch α-Strahlen von geringerer Reichweite als 4·9 *cm* hinzuweisen scheinen. In seinen Untersuchungen über die Zusammenstöße von α-Teilchen mit Wasserstoffkernen hat Marsden[1] die Entdeckung gemacht, daß von den bei seinen Versuchen verwendeten, mit Radon gefüllten Glasröhrchen eine Anzahl von Strahlen ausging, welche Szintillationen erregten, die den von aus Wasserstoff erhaltenen natürlichen H-Strahlen ähnlich waren. Dieselbe Erscheinung wurde auch im Falle von mit RaC bedeckten Ni-Scheiben gemacht. Da die Zahl der beobachteten Szintillationen zu groß war, um durch die Annahme eines Wasserstoffgehaltes des Materials erklärt werden zu können, schloß Marsden, daß diese Strahlen von der radioaktiven Substanz selbst ausgingen. Um diesen Punkt zu prüfen, hat Rutherford[2] Versuche mit derartigen radongefüllten Röhrchen direkt nach der Füllung derselben gemacht, um zu untersuchen, ob diese Strahlung von RaC allein oder auch von den anderen α-strahlenden Folgeprodukten des Radons ausging, was sich ja auf Grund der bekannten Abklingungsverhältnisse der betreffenden Substanzen nachweisen läßt. Die erhaltenen Resultate überzeugten ihn, daß, wenn die von dem Röhrchen ausgehenden H-Strahlen ein

---

E. Marsden, Phil. Mag., *27*, p. 824, 1914 und *30*, p. 240, 1915.

E. Rutherford, Phil. Mag., *37*, p. 538, 1919.

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

Produkt des radioaktiven Zerfalles waren, sie nicht allein von RaC, sondern auch von RaA und Radon oder beiden ausgingen. Diese Entdeckung, welche wohl wegen der aufsehenerregenden Versuche über Atomzertrümmerung bei Stickstoff in Vergessenheit geraten war, gewinnt gerade im Lichte derselben an Bedeutung. Nimmt man an, was wohl nahegelegen ist, daß es sich bei den gefundenen H-Strahlen um nichts anderes als um Atomtrümmer aus den die Glaswandung zusammensetzenden Stoffen gehandelt hat, so findet sich zugleich aber darin auch eine Bestätigung der Annahme von der Zertrümmerungsfähigkeit von α-Teilchen mit kürzerer Reichweite als 4·9 *cm* (Radon: R. = 4·12, RaA: R. = 4·72).

Ferner haben die Untersuchungen des Poloniums durch I. Curie und N. Yamada[1] auf eine Gruppe weitreichender α-Strahlen das Auftreten einer bezüglich der erzeugten Szintillationen den H-Strahlen ähnlichen Strahlenart erkennen lassen, die eine maximale Reichweite von ungefähr 16 *cm* besitzt. Da, wie aus den gemachten Angaben hervorgeht, die Erklärung dieser Strahlen durch einen Wasserstoffgehalt der zur Bremsung der α-Teilchen verwendeten Gase nicht möglich ist, der Effekt aber bei Ersatz des Sauerstoffs oder Kohlendioxyds durch getrocknete Luft stark wächst, so ist man nach unseren Untersuchungsergebnissen wohl berechtigt anzunehmen, daß es sich hier um Atomtrümmerstrahlen, im besonderen bei den Luftversuchen um H-Strahlen aus Stickstoff handelte. Die Ablehnung dieser Erklärungsmöglichkeit durch die Autoren, die mit der zu geringen Reichweite der Strahlen begründet wird, erscheint nicht zwingend.

Auch frühere Versuche von N. Yamada[2] über weitreichende Strahlen aus Polonium, bei denen Aluminium als Absorptionsmaterial benützt wurde, weisen auf ein Auftreten von H-Strahlen, die aus diesem ausgelöst werden, hin. Die geringe gefundene Zahl wird wohl aus den Beobachtungsverhältnissen, über die nähere Angaben fehlen, zu erklären sein.

Zusammenfassung.

1. Es werden einleitend die Gründe dargelegt, die eine genaue Untersuchung der von Aluminium ausgesandten H-Strahlen in bezug auf ihre Zahl, ihre Minimalreichweite in Luft und ihre Verteilung über den Raum sowie eine Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit jener α-Teilchen, die noch zertrümmernd wirken können, notwendig erscheinen lassen.

2. Es wird eine für solche Untersuchungen geeignet befundene Apparatur beschrieben und es werden Richtlinien für die Untersuchungsmethodik gegeben.

---

[1] I. Curie und N. Yamada, C. R. t. *180*, p. 1487, 1925.

N. Yamada, C. R. t. *180*, p. 136, 1925.

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

3. Es werden auf Grund der sowohl mit α-Strahlen aus RaC von natürlicher und verkürzter Reichweite, als mit solchen aus Polonium gewonnenen Versuchsergebnisse folgende Resultate festgestellt:

a) Die Zahl der unter einem Winkel von durchschnittlich 150° gegen die primäre α-Strahlung ausgesandten H-Teilchen übersteigt um mehr als eine Größenordnung den von Rutherford und Chadwick für unter 90° ausgesandte Teilchen angegebenen Wert und ergibt sich zu 80 pro 10^6 Primärstrahlen bei völliger Ausnützung der α-Reichweite von RaC.

b) Auf Grund der Experimente mit α-Strahlen von RaC mit verkürzter Reichweite ergibt sich, daß H-Strahlen in großer Anzahl noch von α-Strahlen mit 1 bis 2 *cm* Restreichweite ausgelöst werden.

c) Es wird gezeigt, daß in dem untersuchten Winkelbereiche eine Minimalreichweite der H-Strahlen, welche von α-Teilchen verschiedener Geschwindigkeit erzeugt werden, nicht nachweisbar ist.

d) Einige vorläufige Versuche mit Polonium als α-Strahler ergeben dessen besondere Eignung für quantitative Untersuchungen an den ausgesandten Protonen und bestätigen die unter *a* und *c* erhaltenen Resultate.

4. Die Versuchsergebnisse werden mit den in Cambridge erreichten verglichen, unter Hervorhebung der Unterschiede in der Versuchsanordnung.

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: 1925

Band/Volume: 134_2a

Autor(en)/Author(s): Schmidt Ewald A. W.

Artikel/Article: Über die Zertrümmerung des Aluminiums durch a-Strahlen, I 385-404