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. 184
Absorptions- und Reichweitenbestimmungen an „natürlichen" H-Strahlen

Von

Elisabeth Rona

(Mit 6 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Februar 1926)

Im Jahre 1914 wurde von Marsden[1] die Existenz einer neuen Strahlenart nachgewiesen, die durch die α-Strahlen von RaC in Wasserstoffgas hervorgerufen wurde. Auf einem Zinksulfidschirm auffallend, rufen sie sehr lichtschwache Szintillationen hervor. Ihre Reichweite ist ein Vielfaches der sie erzeugenden α-Strahlen. Wie später nachgewiesen wurde,[2] bestehen diese aus Wasserstoffkernen, welche durch den Stoß von α-Teilchen in schnellere Bewegung versetzt werden. Die Theorie von Bohr[3]-Darwin[4] gestattet, die Reichweite dieser »natürlichen« H-Strahlen zu berechnen.

Sie beträgt angenähert das Vierfache der sie hervorrufenden α-Teilchen.

Marsden[5] hat diese Theorie einer experimentellen Prüfung unterworfen, die Absorption der H-Teilchen in verschiedenen Substanzen bestimmt und mit der Theorie angenähert übereinstimmende Werte erhalten. Die von Marsden benutzte Versuchsanordnung ist aber für eine genaue, quantitative Bestimmung nicht sehr geeignet. Als Strahlungsquelle benutzt er Radon im Gleichgewicht mit seinen Folgeprodukten. Wie ich mich bei zahlreichen Vorversuchen mit derselben Strahlungsquelle überzeugt habe, ist das Aufleuchten des zur Beobachtung benutzten Zinksulfidschirmes (hervorgerufen durch die γ-Strahlung von RaC) auch dann noch beträchtlich, wenn die β-Strahlen von RaC durch ein starkes Magnetfeld abgelenkt werden; dadurch ist es unmöglich, mit dem Schirm ganz nahe an das Präparat heranzugehen, sondern er muß einige Zentimeter davon entfernt angebracht werden. Trotz dieser Maßnahme wird das Aufleuchten des Schirmes bei einem Präparat von entsprechender Stärke immer noch so groß, daß wegen des quadratischen Abstandsgesetzes die Zählung der H-Teilchen,

---

1 Phil. Mag., *27*, 824 (1914).

2 Rutherford, Phil. Mag., *37*, 537, 562, 571, 581 (1919).

3 Ibid., *25*, 10 (1913) und *30*, 588 (1915).

4 *27*, 494 (1914).

5 L.

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

besonders bei höheren Absorptionen sich außerordentlich schwierig gestaltet. Marsden schließt das Radon in eine dünnwandige Kapillare ein oder in einen Glastrichter, welcher mit einer Glimmerfolie von nur 1·9 *cm* Luftäquivalent verschlossen ist; dadurch bekommt er nicht nur die α-Strahlen von RaC, sondern auch die von Radon und RA, also eine sehr inhomogene Strahlung. Die Inhomogenität wird noch vergrößert durch die im Glimmer und in der Glaswand der Kapillare erzeugten H-Strahlen.

Ich habe es darum unternommen, die Absorption von H-Strahlen in verschiedenen Substanzen und ihre Reichweite in Luft einer neuerlichen Untersuchung zu unterwerfen. Es ist nämlich von großem theoretischem Interesse, experimentelle Aufschlüsse über das Verhalten der schnellen, einfach geladenen H-Teilchen bei ihrem Durchgang durch die Materie zu erhalten. Es ist auch methodisch wichtig, da bei den Atomzertrümmerungsversuchen sowohl im Cambridger Cavendish Laboratorium wie auch im Wiener Institut für Radiumforschung für die Luftäquivalente der verwendeten Folien die Werte für α-Strahlen eingesetzt werden, ohne genaue Daten darüber zu haben, ob diese auch für H-Strahlen denselben Wert besitzen.

Experimenteller Teil.

Durch die Anwendung von Polonium als Strahlungsquelle und geeignete Wahl der Primärabsorption lassen sich alle obenerwähnten Schwierigkeiten umgehen. Als absorbierende Substanzen sind Glimmer, Kupfer, Silber und Gold gewählt worden. Die Luftäquivalente von Ag und Au sind von Marsden und Richardson[1] auch in ihrer Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für α-Strahlen genau bestimmt worden. Die Luftäquivalente nehmen nämlich für Substanzen von größerem Atomgewicht wie das mittlere Atomgewicht der Luft mit zunehmender Geschwindigkeit der α-Strahlen zu. Für Glimmer ist diese Abhängigkeit des Luftäquivalents von der Geschwindigkeit der α-Strahlen nicht genau bekannt. Von Marsden und Richardson liegen nur wenige Werte vor und Lawson[2] hat sein Luftäquivalent nur für die α-Strahlen des Poloniums bestimmt. Glimmer besitzt eine erhöhte methodische Wichtigkeit, da er verhältnismäßig leicht homogen und lochfrei zu erhalten ist und deshalb bei den meisten Versuchen als absorbierende Folie benutzt wird. Aus diesem Grunde habe ich sein Luftäquivalent mit den α-Strahlen verschiedener Geschwindigkeiten, und zwar von Po, RaC und ThC, bestimmt.

Für die Bestimmung des Luftäquivalents am Ende der Reichweite (wo die Geschwindigkeit aller α-Strahlen denselben Wert haben) benutzte ich eine einfache Anordnung. Der Glimmer wird

---

[1] Phil. Mag., *25*, 184 (1913).

[2] R. W. Lawson, Mitt. RaInst. Nr. 109. Diese Ber. *127*, 943 (1918).

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

vor dem ZnS-Schirm angebracht und die Messung einmal mit, einmal ohne Glimmer gemacht. Beide Werte, deren Differenz das Luftäquivalent der Folie ergibt, werden an einer modifizierten

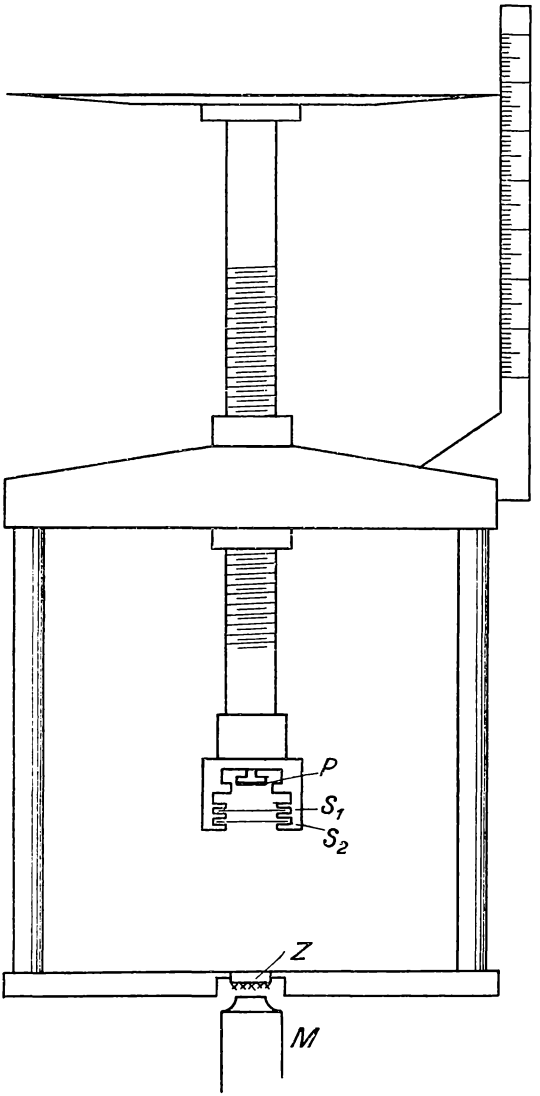

Fig. 1.

Schublehre abgelesen. In der Fig. 1 ist der Apparat für die Messung der Luftäquivalente am Anfang der Reichweite wiedergegeben. Es ist ein zu diesem Zweck umgebautes Sphärometer mit einer Ablesegenauigkeit von 0·01 *mm*. Alle Luftäquivalente sind auf 15° C.

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

und 760 *mm* Druck bezogen in Tabelle I zusammengestellt und in Fig. 2 graphisch dargestellt. Die Abszisse der Kurven bedeutet die Luftäquivalente in Zentimetern, die Ordinate das Gewicht der Folien in Milligrammquadratzentimetern.

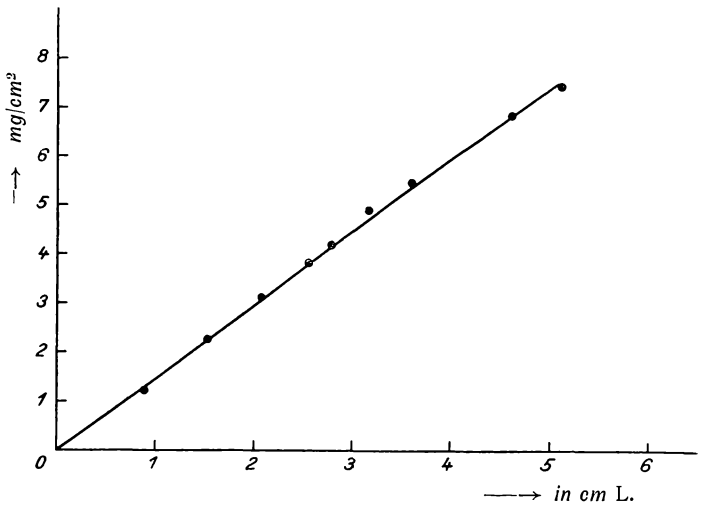

Fig. 2.

Tabelle I.

Gewicht in *mg/cm²*	Luftäquivalente, bestimmt				
	durch Wägung[1]	am Ende der Reichweite mit	am Anfang der Reichweite mit		
		ThC	Po	RaC	ThC
1·24	0·87	0·87	0·88	0·87	0·86
2·26	1·50	1·46	1·51	1·52	1·52
3·09	2·07	2·06	2·07	2·07	—
3·84	2·56	2·53	2·53	2·56	2·56
4·20	2·80	2·78	2·74	—	2·76
4·89	3·18	3·16	3·14	—	3·17
5·49	3·66	3·57	—	—	3·63
6·85	4·55	4·55	—	—	4·62
7·42	4·95	5·03	—	—	5·11

[1] Für die Werte der Kolonne 2 werden die Werte von Lawson eingesetzt. 1 *cm* Luftäquivalent entspricht im Mittel eine Masse von 1·50 *mg/cm²*.

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

Absorptionsversuche mit H-Strahlen.

Als Strahlungsquelle wurden Poloniumpräparate von verschiedener Stärke (170 bis 500 el. st. E.) verwendet, welche durch kathodische Abscheidung auf ein Goldblech aus Ra-freier $RaD(NO_3)_2$-Lösung und darauffolgender Destillation[1] auf ein Palladiumblech

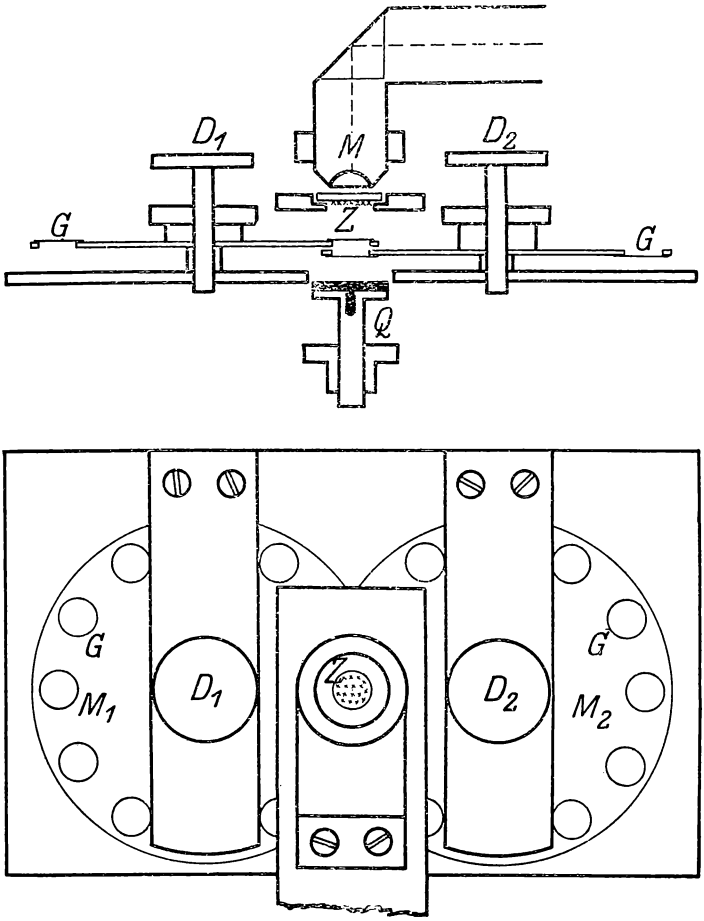

Fig. 3.

von $\frac{3}{4}$ 4 mm^2 Fläche gewonnen wurden. Die H-Strahlen sind in Paraffindünnschnitten von meistens 40 μ Dicke (gleich 4·4 *cm* Luftäquivalent) erzeugt worden. Diese wurden unmittelbar an das

[1] Paneth und v. Hevesy, Wien. Ber., IIa, 1050 (1913).

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

Präparat angelegt und sind vor jedem Versuch erneuert worden, da sie, längere Zeit der Wirkung der α-Strahlen ausgesetzt, brüchig und inhomogen werden. Das Paraffin wird noch mit einer dünnen geeichten Glimmerfolie bedeckt.

Wegen des Fehlens von Hintergrundleuchten, welches sonst von der durchdringenden Strahlung hervorgebracht wird, konnte der ZnS-Schirm in einer Entfernung von nur 9 *mm* vom Präparat angebracht werden. Die Versuchsanordnung ist aus Fig. 3 zu ersehen. Zwischen Schirm Z und Strahlungsquelle Q befinden sich zwei aufeinanderliegende, drehbare Messingscheiben, welche mit Löchern

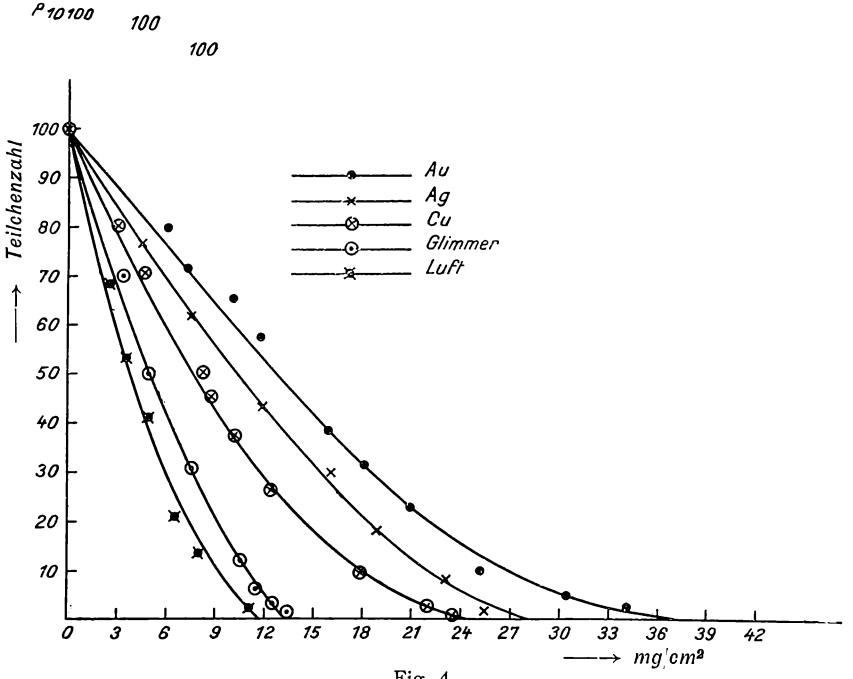

Fig. 4.

versehen sind, über die die Absorptionsfolien G gespannt werden, so daß mit den Folien beider Scheiben viele Kombinationen verschiedener Absorptionen hergestellt werden können. Die Drehköpfe D_1 und D_2 sind mit Einschnappvorrichtungen versehen, so daß auch im Dunkeln beliebig eingestellt werden kann. Sowohl Präparat wie Schirm und Mikroskop M sind miteinander fest verbunden auf einem Messingstativ angebracht; die beiden Messingscheiben M_1 und M_2 der unteren Figurenhälfte auf einem zweiten, welches mit dem ersten mit Hilfe von starken Eisenstangen erschütterungsfrei verbunden ist. Sowohl bei diesen wie bei allen in dieser Arbeit erwähnten Versuchen ist ein Mikroskop mit einem Objektiv von n. a. 0·70 und $f = 12$ *mm* und ein Watson-Holoscopic Ocular verwendet worden. Die Frontlinse trägt eine konische

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

Verlängerung aus demselben Glas und befindet sich dicht an der Rückseite des ZnS-Schirmes.

Fig. 4 gibt die Resultate dieser Versuche wieder. Die Abszisse bedeutet die Gewichte der angewendeten Substanz in Milligrammquadratzentimetern, die Ordinate die Zahl der H-Teilchen in Prozenten.[1] Die Kurven zeigen einen regelmäßigen Verlauf, haben aber gegen Ende der Reichweite der H-Strahlen einen kurzen gekrümmten Teil, der wohl durch Streuung, welche gegen Ende der Reichweite bei langsamen Strahlen bemerkbar wird, zu erklären ist.

Darauf scheint auch der Umstand hinzuweisen, daß bei Gold der gekrümmte Teil am längsten ist, da auch die Streuung bei Substanzen von hohem Atomgewicht am besten ausgeprägt erscheint.

Aus den Werten der Fußpunkte der Kurven lassen sich die Reichweiten der H-Strahlen allerdings nur annähernd berechnen. Für die Glimmerkurve z. B. ist dieser Wert 13·5 mg/cm^2. Für α-Strahlen würde das einem Wert von 9 *cm* L. entsprechen, zusammen mit der über der Strahlungsquelle direkt liegenden Absorption in Paraffin und Glimmer von 5·58 *cm* und der Absorption in Luft zwischen der Strahlungsquelle und dem Schirm von 9 *mm* beträgt dieser Wert 15·5. Die berechnete Reichweite der H-Strahlen aus Paraffin mit Polonium α-Strahlen als Primärstrahlung, ergibt fast 16 *cm* L. Gleich gute Übereinstimmung bekommt man aus den anderen Kurven. Nimmt man also an, daß Glimmer gegenüber H-Strahlen dasselbe Bremsvermögen ausübt wie für α-Strahlen, so sind die gefundenen Werte in guter Übereinstimmung mit den theoretisch berechneten Reichweitenwerten für H-Strahlen.

Tabelle II.

Absorbierende Substanz	Atomgewicht A	$A^1/_2$	Gewicht der abs. Substanz in mg/cm^2, die die Zahl der H-Strahlen auf 40% reduziert G	$G/A^1/_2$
Luft	14·4	3·79	4·8	1·27
Glimmer....	22·0	4·69	6·3	1·34
Cu	63·6	8·00	9·6	1·20
Ag	106·9	10·38	13·0	1·25
Au	197·2	14·04	15·8	1·13

[1] Die Kurven sind keine reinen Absorptionskurven für das betreffende Material, da die H-Strahlen, wenn sie auf die absorbierenden Folien fallen, eine unbestimmte Dicke von Paraffin (da sie in verschieden tiefen Schichten erzeugt werden) und eine dünne Glimmerfolie durchlaufen müssen. Da aber diese Primärabsorption bei allen Kurven ungefähr denselben Wert hat, können sie miteinander verglichen werden.

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

Wie Bragg[1] für α-Strahlen, Marsden[2] für H-Strahlen gezeigt haben, ist das Absorptionsvermögen gleich dicker Folien angenähert proportional der Quadratwurzel aus ihrem Atomgewicht.

Wie aus Tabelle II ersichtlich, ist für die hier untersuchten Substanzen die Proportionalität ziemlich streng erhalten. Die größte Abweichung beträgt nur 9%.

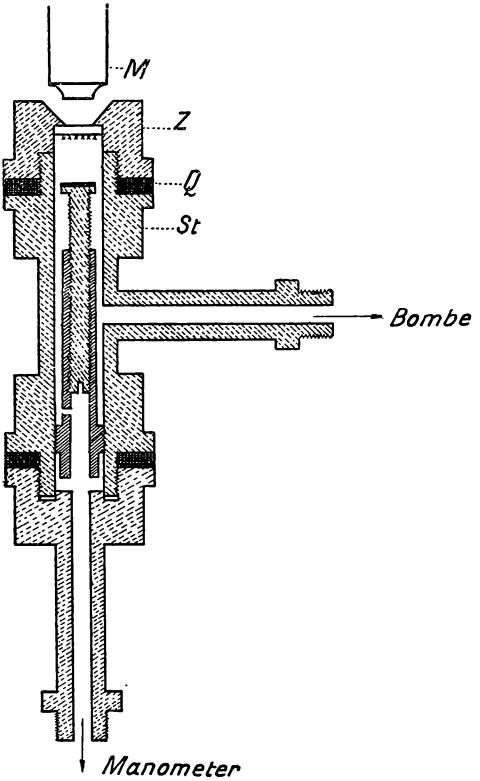

Fig. 5.

Reichweitenbestimmung von H-Strahlen in komprimierter Luft.

Die oben geschilderten Versuche waren mehr vergleichender Natur. Es war aber wichtig, für die äquivalenten Absorptionsvermögen Absolutwerte zu erhalten. Diese wurden durch vergleichende Untersuchungen der Absorptionen der H-Teilchen in Glimmer und Luft gewonnen, indem verschieden dicke Glimmer durch Luft ersetzt wurden.[3] In Fig. 5 wird die Strahlungsquelle Q

[1] Phil. Mag., *13*, 511 (1907).
[2] Loc. cit.
[3] Komprimierte Luft für Reichweitenbestimmungen wurden schon früher von J. Curie und N. Yamada benützt. C. R. *180*, 1487 (1925) und Journ. d. Phys. et de Ra., No. 12, 376 (1925); N. Yamada, Ibid. No. 12, 380 (1925).

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

in einem bestimmten, bei allen Versuchen gleichen Abstand vom ZnS-Schirm *Z* angebracht. Die Absorption wird durch Kompression der Luft bewirkt, wodurch die Ausbeute an H-Strahlen bei allen Messungen dieselbe bleibt. Beträgt die Entfernung: Strahlungsquelle—Schirm 1 *cm*, so entspricht einer Erhöhung des Druckes von je einer Atmosphäre eine Vermehrung der Absorption um einen

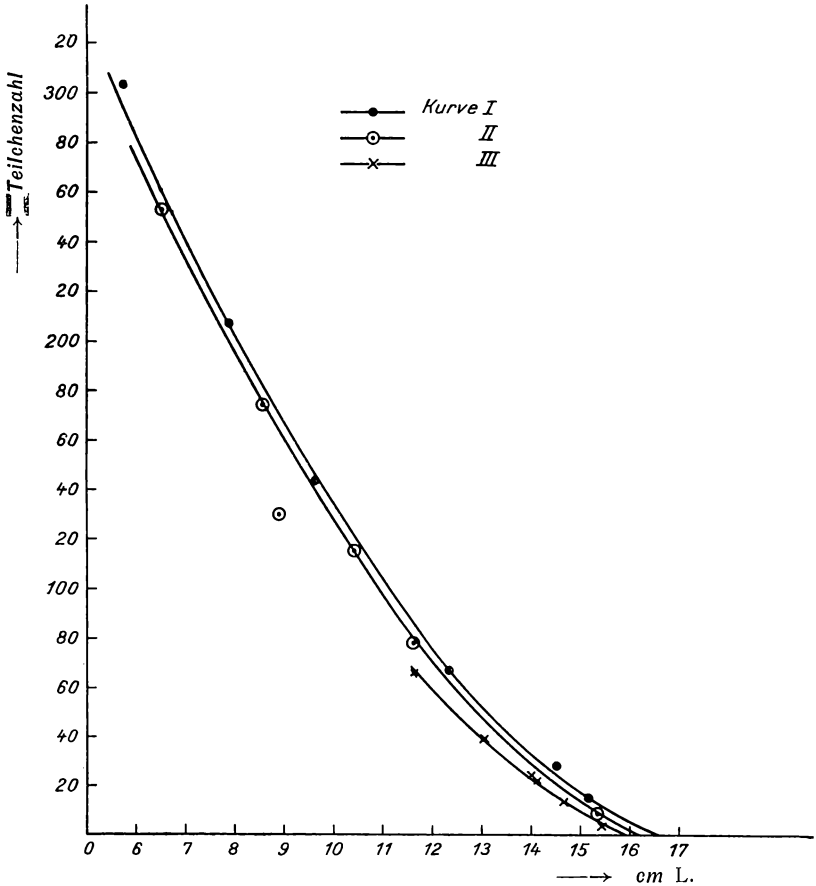

Fig. 6.

Zentimeter. Die Verbindung mit der Bombe einerseits, mit dem Manometer anderseits wird durch Messingröhren hergestellt. Der Druck im Apparat war bei der ganzen Versuchsdauer bis auf 0·01 Atmosphären konstant. Sie wurde auf einem geschlossenen mit Hg gefüllten Manometer von 70 *cm* Höhe und 4 *mm* lichter Weite abgelesen. Die Spiegelskala ist mit einem Kathetometer geeicht worden. Bis zu einen Druck von 3 Atmosphären wurde sie mit einem offenen Manometer verglichen.

Die Entfernung Strahlungsquelle—Schirm, da sie schwer direkt genau zu messen ist, wurde mit Hilfe von α-Strahlen eines schwachen Po-Präparates von 2 el. st. E. folgendermaßen bestimmt.

Das Po-Präparat wurde mit einem dünnen, geeichten Glimmer bedeckt und in derselben Entfernung vom ZnS-Schirm angebracht wie die H-Strahlenquelle. Der Druck wurde so lange erhöht, bis auf dem ZnS-Schirm keine Szintillationen zu sehen waren. Mit Berücksichtigung des Glimmers wurde aus dem abgelesenen Druck die Entfernung berechnet. Sie betrug 1·20 *cm*. Es wurde dieselbe H-Strahlungsquelle benutzt wie bei den Absorptionsversuchen. Sämtliche Ergebnisse sind auf 15° C. und 760 *mm* Druck bezogen. Fig. 6 gibt drei Kurvenpaare wieder. Auf 40 μ Paraffin ist 1 18 *cm* L. Glimmer bei Versuch I, 2·16 *cm* L. bei Versuch II und 7·3 *cm* L. bei Versuch III aufgelegt worden. Die Abszisse bedeutet das Luftäquivalent in Zentimetern, die Ordinate die bei den jeweiligen Drucken gezählten H-Teilchen. Bei den Kurven ist eine kleine, aber deutliche Verschiebung gegen die Abszisse zu sehen, die um so ausgeprägter ist, je mehr Luft durch Glimmer ersetzt wird. Dieser Unterschied kann durch eine gesteigerte Streuung im Glimmer gegenüber Luft erklärt werden, wie sie schon aus den Kurven in Fig. 4 ersichtlich ist. Die Reichweite von H-Strahlen beträgt bei allen Kurven in guter Übereinstimmung mit der Theorie 16·1 bis 16·4 *cm*. Durch dieses Ergebnis ist erwiesen, daß die Annahme, die den Berechnungen der Absorptionskurven zugrunde liegen, nämlich daß das Luftäquivalent für H-Strahlen denselben Wert hat wie für α-Strahlen, berechtigt ist.

Zusammenfassung.

Es werden neue Versuchsanordnungen für die Bestimmung der Absorption von H-Strahlen und ihrer Reichweite beschrieben.

Die Verwendung von Polonium als Primärstrahlenquelle in dieser Arbeit bedeutet durch die Ausschaltung von durchdringender Strahlung eine große Verbesserung der Versuchsbedingungen.

Für die Luftäquivalente von Glimmer, Cu, Ag und Au ergaben sich dieselben Werte wie für α-Strahlen.

Die Reichweite der H-Strahlen ist in guter Übereinstimmung mit der Theorie zu 16·1 bis 16·4 *cm* gefunden worden.

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: 1926

Band/Volume: 135_2a

Autor(en)/Author(s): Rona Elisabeth

Artikel/Article: Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr . 184. Absorptions- und Reichweitenbestimmungen an "natürlichen" H-Strahlen. 117-126