

Messung der Absorption und Reflexion von β -Teilchen durch direkte Zählung.
(Absorption and Reflection of β -Particles, measured by direct Counting.)

Von

Alois F. Kovářik und Louis W. Mc Keehan.

Einleitung. Die Untersuchungen über die Absorption und Reflexion von β -Teilchen wurden bisher vorwiegend nach der Ionisationsmethode ausgeführt. Vermittels dieser Methode hat man festgestellt, daß die β -Teilchen vieler radioaktiver Substanzen nach einem Exponentialgesetz absorbiert werden; daß diese exponential absorbierten β -Teilchen sehr verschiedenes Durchdringungsvermögen haben; daß β -Teilchen beim Durchgang durch Materie zerstreut und gebremst werden; daß β -Teilchen von Materie „reflektiert“ werden, wobei die Anzahl der reflektierten Teilchen von dem „reflektierenden“ Medium und von der Geschwindigkeit der β -Strahlung abhängt^{1, 2, 3)}. Die Absorption der vom aktiven Niederschlag des Radiums ausgesandten β -Teilchen ist ferner noch durch Messung der von den β -Teilchen durch Materie hindurchtransportierten Ladung bestimmt worden^{4, 5)}, und die so gefundene Absorption des Glases⁶⁾ bestätigt die Ergebnisse der Ionisationsmethode. Solche Messung der Ladung müßte genaue Resultate für die Anzahl der durchgelassenen β -Teilchen ergeben, doch ist die Methode nicht sehr empfindlich und auf radioaktive Präparate von üblicher Stärke nicht anwendbar.

Will man die Resultate aus der Ionisationsmethode in Anzahlen von β -Teilchen ausdrücken, so entstehen Schwierigkeiten durch die Unsicherheit der Korrektur für die Änderung des Ionisierungsvermögens mit der Geschwindigkeit. Wenn auch Wilson⁷⁾ gefunden hat, daß innerhalb eines bestimmten Bereiches die Ionisation sich umgekehrt proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit ändert, ist doch die Anwendbarkeit dieses Gesetzes auf große Geschwindigkeiten noch nicht experimentell bestätigt, wodurch die Beziehung einer bestimmten Ionisation auf eine zugehörige Anzahl von β -Teilchen unbefriedigend erscheint.

Eine direkte Messung der Zahl von β -Teilchen, die Substanzen durchdringen oder an ihnen

reflektiert werden, ist durch eine für die bisherige Arbeit von Geiger¹⁾ möglich geworden. Unter Anwendung seiner Methode haben wir einige Ergebnisse der Ionisationsmethode bezüglich Absorption und Reflexion von β -Teilchen durch Elemente mit sehr verschiedenen Atomgewichten nachgeprüft.

Methode. Geigers Methode beruht auf der Tatsache, daß an einer scharfen Spitze deren Potential eben unterhalb der zur Entladung kontinuierlicher Entladung erforderlichen Spannung gehalten wird, eine momentane Entladung erfolgt, sobald in ihrer Nähe ein paar Ionen erzeugt werden (z. B. durch ein β -Teilchen). Der Stromstoß wird am besten durch ein Saitenelektrometer nachgewiesen, das über einen hohen Widerstand zur Erde abgeleitet ist. An der Entladungsspitze versuchten wir einen feinen Platindraht (Wollastondraht) und eine sehr fein geschliffene Stahlnadel. Letztere eignete sich besser und wurde für die endgültigen Versuche verwandt. Unserer Erfahrung nach ist eine so scharfe Spitze nicht günstig. Infolgedessen wurden die Spitzen so scharf wie möglich geschliffen und sodann in einer Flamme leicht abgestumpft. Die Nadel wurde axial am Ende eines Messingstabes angelötet, der durch einen isolierenden Ebonitstopfen hindurch in die Messing-Zählkammer hineinragte. Die Spitze befand sich im Abstand von wenigen Millimetern einer runden Öffnung in der entgegengesetzten Seite der Kammer gegenüber. Letztere war ein Zylinder von 1,5 cm Durchmesser und 3 cm Länge, die Öffnung hatte bei den verschiedenen Versuchen einen Durchmesser von 0,3 bis 1,0 cm. Die Zählkammer wurde mittels einer Batterie in Serie geschalteter Trockenelemente auf einem positiven Potential von 1100 bis 1300 Volt gehalten. Die Nadel war mit dem Faden eines Lutz-Edelmansschen Saitenelektrometers verbunden und über einen hohen Widerstand (Tusche auf Papier)²⁾ zur Erde abgeleitet. Die Größe dieses Widerstandes muß so eingestellt werden, daß man an dem benutzten Faden ziemlich große Ablenkungen und schnelle Rückkehr in die Ruhelage erhält.

Bei unseren Versuchen war der Faden nicht besonders fein, der Durchmesser betrug 0,002 cm, aber er erfüllte seinen Zweck in sehr befriedigender Weise. Die Kanten der Elektrometerplatten hatten einen Abstand von etwa 0,15 cm und waren auf ± 90 Volt bzw. aufgeladen. Die Ausschläge des Elektrometerfadens waren untereinander nicht ganz gleich, weil einige β -Teilchen in

1) H. W. Schmidt, diese Zeitschr. 10, 6, 1909.

2) Alois F. Kovářik, Phil. Mag. (6) 20, 849, 1910.

3) A. F. Kovářik und W. Wilson, Phil. Mag. (6) 20, 806, 1910.

4) W. Makower, Phil. Mag. (6) 17, 171, 1909.

5) H. G. J. Moseley, Proc. Roy. Soc. (A) 87, 230, 1912.

6) Makower, loc. cit.

7) W. Wilson, Proc. Roy. Soc. (A) 85, 240, 1911.

1) H. Geiger, Verh. d. D. Phys. Ges. 15, 534, 1913.

2) Franz A. Aust, Phys. Rev. 32, 256, 1911; diese Zeitschr. 12, 732, 1911.

schräger Richtung eintraten und in einigem Abstand an der Nadel vorbeiging. Ein zur Prüfung dieser Erklärung angestelltes Experiment ergab, daß, bei im übrigen gleichen Bedingungen, der Ausschlag in erster Annäherung dem Abschnitt der Bahnstrecke des β -Teilchens proportional war, von dem aus noch Ionen in das starke elektrische Feld an der Spitze hineingezogen werden konnten. Ein gleicher Effekt ist bei den größeren, durch α -Teilchen bewirkten Ausschlägen zu beobachten (siehe Geiger). Wenn die Potentialdifferenz zwischen Nadel und Kammer gering und die mittleren Ausschläge klein waren, so war die Anzahl der unter gegebenen Bedingungen gezählten Ausschläge um 25 Proz. kleiner als bei höherer Spannung und ziemlich großen mittleren Ausschlägen (10–20 Teilstrichen). Es ist demnach wesentlich, durch Probieren die Voltzahl herauszufinden, bei der voraussichtlich alle β -Teilchen, die durch das Fenster der Zählkammer eintreten, eine bemerkbare Bewegung des Fadens verursachen. Zwischen der niedrigsten Potentialdifferenz, bei der einige in die Zählkammer eintretende β -Teilchen nachgewiesen werden können, und der Spannung, bei der eine kontinuierliche Entladung eben einzusetzen beginnt, liegt ein Abstand von etwa 100 Volt. Bei Verwendung von Potentialen innerhalb der oberen 50 Volt dieses Bereichs fanden wir keine Änderung in der Zahl der Ausschläge, wenn das Potential variiert wurde. Die Ausschläge wurden durch ein Mikroskop von geringer Vergrößerung beobachtet und durch einmalige Drehung des Hebels eines Umlaufzählers registriert. Die Zeit wurde mit der Stoppuhr gemessen. Die Zählung wurde für jede Versuchsreihe zu verschiedenen Malen wiederholt, um eine hinreichend lange Gesamtzeit der Zählung zu erhalten. Aus der Gesamtzahl der Ausschläge und der Gesamtzeit des Zählens wurde die Anzahl von β -Teilchen, die in der Minute in die Zählkammer eindringen, berechnet. Bei den Versuchen mit aktivem Niederschlag des Thoriums, wo für alle Zählperioden, außer der ersten in jeder Versuchsreihe, Korrekturen wegen des Zerfalls vorgenommen werden mußten, erschien es angesichts des Wahrscheinlichkeitsgesetzes der Verteilung logisch, bei Reduktion auf die Beobachtungszeit Null diese Korrektur an der Zeit der Zählung und nicht an dem Betrage der gezählten β -Teilchen anzubringen, und hiernach wurde bei allen unseren Versuchen mit einer Strahlungsquelle dieses Typus verfahren.

Absorptionsversuche. Bei unseren ersten Versuchen zur Absorption der β -Teilchen legten wir die absorbierende Substanz unmittelbar auf das Fenster der Zählkammer, wie es bei der Ion-

sationsmethode wesentlich ist (W. Wilson, loc. cit.). Diese Anordnung bietet jedoch folgende Schwierigkeiten: Die absorbierende Substanz zerstreut die β -Teilchen nach allen Richtungen, auch wenn das auffallende Bündel aus nahezu parallelen Strahlen bestand. Viele dieser zerstreuten Teilchen aber gehen dadurch verloren, daß sie den zylindrischen Rand der Öffnung treffen; denn die Wände der Zählkammer müssen hinreichend dick sein, um β -Teilchen abzuhalten, und diese Dicke ist von gleicher Größenordnung wie der Durchmesser der Öffnung. Einige Teilchen dringen sehr schräg in die Kammer ein und durchfliegen sie in beträchtlicher Entfernung von der Nadelspitze, wodurch sie nur geringe — vielleicht unmerkliche Ausschläge bewirken. Endlich ist es bei zunehmender Dicke der absorbierenden Schicht möglich, daß ein Teil der zerstreuten Strahlung die Öffnung verfehlt, obgleich er auf die absorbierende Schicht in Punkten auftrifft, die ihr direkt gegenüberliegen. Diese Verluste werden nicht durch Strahlen ausgeglichen, die von anderen Einfallspunkten her rühren, weil solche Strahlen das absorbierende Material in schräger Richtung durchdringen müssen und infolge davon mehr geschwächt werden.

Aus diesen Gründen haben wir eine Anordnung benutzt, bei der die erwähnten Effekte auf ein Minimum reduziert werden konnten. Dies wurde bewirkt, indem man die Strahlungsquelle in beträchtlicher Entfernung von der Öffnung der Zählkammer hielt, und die absorbierende Schicht nahe am Ausgangspunkt in den Weg der Strahlung brachte (Fig. 1). Bei dieser Anordnung ist der räumliche Winkel, den die Öffnung begrenzt, für alle Punkte der Strahlungsquelle sowie des absorbierenden Materials derselbe, und außerdem ist dieser Winkel klein, so daß die β -Teilchen nahe an der Nadelspitze vorüberfliegen. Natürlich ist die Absorption auf einem gegebenen Wege in Luft und einem gegebenen Wege in absorbierendem Material nicht die gleiche, wenn die Reihenfolge beider vertauscht wird; aber der Weg in Luft ist während jedes Versuches der gleiche, und der Fehler, der durch die Änderung der Absorbierbarkeit in Luft infolge der vorhergegangenen Absorption entsteht, ist nicht bedeutend genug, um die obengenannten Vorteile aufzuwiegen.

Als Quelle der β -Strahlung benutzten wir ein Radium *D*-, *E*-, *F*-Präparat und aktiven Niederschlag des Thoriums. Bei letzterem, der aus einem radiumhaltigen Mesothorpräparat gewonnen war, wurden die Ablesungen erst fünf Stunden nach Entfernung der Emanation vorgenommen, so daß der aktive Niederschlag des Radiums sicher zerfallen war. Die Aktivität

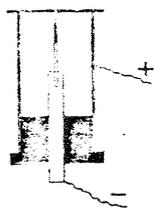


Fig. 1.

wurde sowohl vor wie nach einer etwa sechs-stündigen Zählperiode nach der Ionisierungsmethode bestimmt. Aus diesen Aktivitäten wurden die Korrektionsfaktoren für den Zerfall berechnet. Dies Verfahren war nötig, weil sich auch Thorium X auf der Platte ansammelte, und zwar bei den verschiedenen Versuchen, je nach der Zeit, während welcher die Platte der Emanation ausgesetzt wurde, in verschiedenem Betrage. Wenn diese Thorium-X-Mengen auch gering waren, beeinflussten sie doch die Zerfallsperiode des aktiven Niederschlags merklich. Bei allen Versuchsreihen wurde der gewonnene Wert durch eine zweite Zählung korrigiert, die vorgenommen wurde, während der Durchgang von β -Teilchen durch dicke Schirme gehindert war. Die Ausschläge bei dieser Korrektion entstehen teils durch in der Luft enthaltene radioaktive Emanationen und vor allem durch die γ -Strahlung der radioaktiven Substanzen. Beim aktiven Niederschlag des Thoriums findet mit der Zeit eine Abnahme der Häufigkeit dieser Ausschläge statt. Wenn die dicken Schirme direkt über das Fenster der Zählkammer gelegt wurden, waren die Ausschläge, die jetzt nur durch die γ -Strahlung bewirkt wurden, seltener.

Die benutzten absorbierenden Substanzen waren Aluminium- und Zinnfolien. Die Folien wurden direkt über und unter die Strahlungsquelle gelegt. Die Ergebnisse der Absorptionsversuche mit Radium E und aktivem Niederschlag des Thoriums sind in Tabelle I und II und Fig. 2, sowie in Tabelle III und IV und Fig. 3 zusammengestellt. Zu jedem Versuch sind

Absorption der β -Teilchen des Radium E.

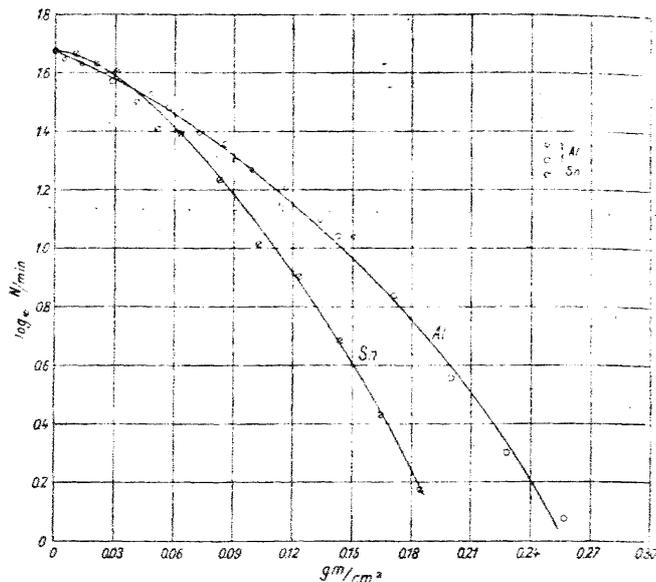
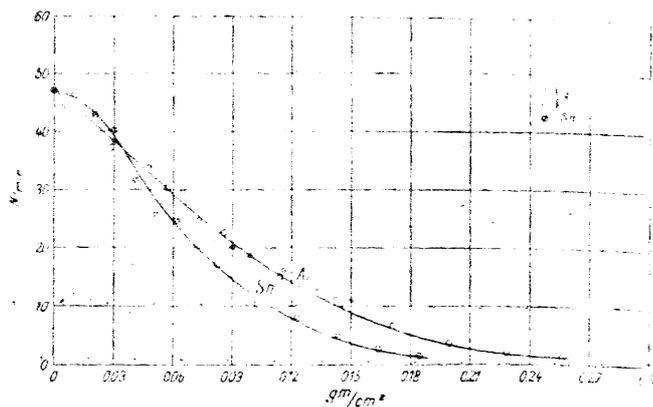


Fig. 2.

Tabelle I.
Absorption der β -Teilchen des RaE durch Aluminium.

Anzahl der Aluminiumfolien	g/cm ²	Gesamtzeit der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute	N	log N
0	0	135,4	6505	48,0	47,2	1,674
1	1	8,9	401	45,1	44,3	1,646
	3	8,0	350	43,7	42,9	1,632
	7	7,8	305	39,1	38,3	1,583
2	11	7,9	274	34,7	33,9	1,530
	15	10,0	303	30,3	29,5	1,470
	17	3,7	95	25,6	24,8	1,394
3	19	5,8	126	21,7	20,9	1,320
	21	4,7	98	20,8	20,0	1,301
	23	9,2	178	19,4	18,6	1,270
4	27	41,6	659	15,8	15,0	1,176
	31	12,5	211	16,9	16,1	1,207
	35	10,6	141	13,3	12,5	1,097
5	35	41,5	492	11,8	11,0	1,041
	35	5,4	64	11,8	11,0	1,041
	35	5,4	64	11,8	11,0	1,041
6	0,1711	41,6	307	7,4	6,6	0,820
7	0,1996	45,1	196	4,4	3,6	0,559
8	0,2282	30,7	86	2,8	2,0	0,301
9	0,2567	16,4	33	2,0	1,2	0,079
	1,5	96,4	76	0,8		

Tabelle II.

Absorption von β -Teilchen des *RaE* durch Zinn.

Anzahl der Zinnfolien	g cm ²	Gesamtzeit der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute	N	log N
0	0,0	134,4	6505	48,0	47,2	1,674
1	0,0103	34,4	1623	47,2	46,4	1,666
2	0,0205	25,6	1118	43,6	42,8	1,631
3	0,0308	3,8	156	41,0	40,2	1,604
4	0,0410	29,1	942	32,4	31,6	1,500
5	0,0513	4,7	124	26,4	25,6	1,408
6	0,0616	20,8	531	25,5	24,7	1,393
8	0,0821	23,1	416	18,0	17,2	1,236
10	0,1026	31,2	351	11,2	10,4	1,017
12	0,1231	29,0	254	8,8	8,0	0,903
14	0,1436	18,4	104	5,6	4,8	0,681
16	0,1642	20,6	72	3,5	2,7	0,431
18	0,1847	23,4	54	2,3	1,5	0,176
	1,0	96,4	76	0,8		

Absorption von β -Teilchen aus aktivem Niederschlag des Thoriums.

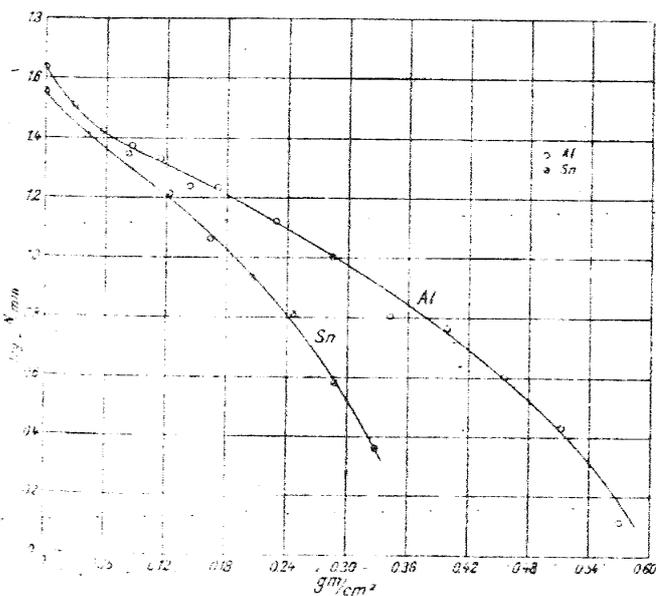
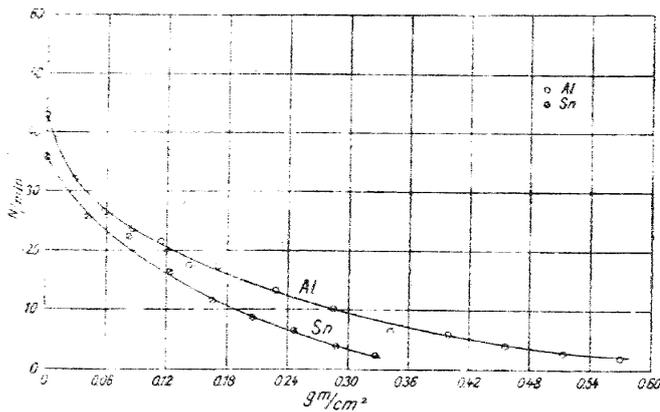


Fig. 3.

zwei Kurven gezeichnet; bei der ersten stellen die Ordinaten die Anzahl von β -Teilchen dar, die pro Minute in die Zählkammer eintreten; bei der zweiten sind die Ordinaten die Loga-

Tabelle III.

Absorption von β -Teilchen des aktiven Niederschlags des Thoriums durch Aluminium.

Anzahl der Aluminiumfolien	g cm ²	Korrigierte Gesamtzeit der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute	N	log N
0	0,0	43,2	1989	46,0	43,0	1,633
1	0,0285	16,8	589	35,1	32,1	1,507
2	0,0570	16,8	497	29,6	26,6	1,425
3	0,0856	22,9	608	26,6	23,6	1,373
4	0,1141	42,6	1045	24,5	21,5	1,332
5	0,1426	16,3	333	20,4	17,4	1,240
6	0,1711	33,2	674	20,3	17,3	1,238
8	0,2282	47,0	760	16,2	13,2	1,121
10	0,2852	43,2	565	13,1	10,1	1,004
12	0,3420	44,7	418	9,4	6,4	0,806
14	0,3991	31,9	282	8,8	5,8	0,763
16	0,4562	43,9	309	7,0	4,0	0,602
18	0,5133	14,4	82	5,7	2,7	0,431
20	0,5704	41,7	179	4,3	1,3	0,114
	1,5	81,7	247	3,0		

Tabelle IV.

Absorption der β -Teilchen des aktiven Niederschlags des Thoriums durch Zinn.

Anzahl der Zinnfolien	g cm ²	Korrigierte Gesamtzahl der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute	N	log N
0	0,0	60,6	2327	38,4	35,9	1,555
4	0,0410	21,8	615	28,2	25,7	1,410
8	0,0821	31,5	782	24,8	22,3	1,348
12	0,1231	34,7	655	18,9	16,4	1,215
16	0,1642	34,2	481	14,0	11,5	1,061
20	0,2052	58,3	650	11,1	8,6	0,934
24	0,2463	49,0	443	9,0	6,5	0,813
28	0,2873	47,9	301	6,3	3,8	0,580
32	0,3284	19,8	95	4,8	2,3	0,362
	1,0	61,0	150	2,5		

rithmen dieser Werte. Die Abszissen beider Kurven geben die Menge absorbierenden Materials (*Al* oder *Sn*) in g/cm² an. Die durch die kleineren Kreise bezeichneten Punkte beziehen sich auf dünne Folien und verhältnismäßig kurze Zählzeiten. Wie man sieht, ist die logarithmische Kurve keine gerade Linie. Die numerische Absorption erfolgt mithin nicht exponential. Das nach der Ionisationsmethode gefundene Exponentialgesetz kommt demnach durch eine Abnahme der Geschwindigkeit zustande, und ist ein zusammengesetzter Effekt. Der anfängliche Abfall der Kurven beim aktiven Niederschlag des Thoriums wird durch die Absorption der weichen β -Strahlen des Thorium *B* verursacht.

Reflexionsversuche. Unter Benutzung der gleichen Apparatur wie bei den Absorptionsversuchen haben wir die Anzahl von β -Teilchen

gemessen, die von einem Material reflektiert werden, und haben das Verhältnis derselben zur Zahl der ursprünglich einfallenden β -Teilchen viel kleiner gefunden als das Verhältnis der Ionisationen in beiden Fällen. Ein kleineres Verhältnis ist zu erwarten, weil die Geschwindigkeit der reflektierten β -Teilchen herabgesetzt, und dadurch ihr Ionisierungsvermögen erhöht wird. Um festzustellen, ob diese Abnahme überhaupt von der reflektierenden Substanz abhängt, wie es nach der Ionisationsmethode den Anschein hat, und um die bezüglichen Zahlen an verschiedenen Substanzen reflektierter β -Teilchen durch Absonderung von der einfallenden Strahlung genauer bestimmen zu können, haben wir unseren Apparat in der Weise geändert, daß nur die reflektierten β -Teilchen gezählt wurden. Ein Gerüst aus Eisendraht von genügender Festigkeit gelangte schließlich zur Verwendung. Bei dieser Anordnung war die Anzahl von β -Teilchen, die an anderer als der untersuchten Substanz reflektiert waren, ein Minimum. Fig. 4

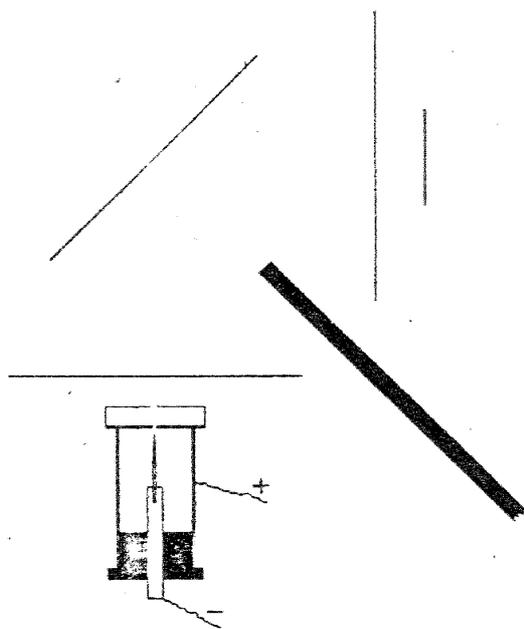


Fig. 4.

gibt ein Diagramm dieser Anordnung. Die Verbindungslinien von der Mitte der reflektierenden Platte zur Strahlungsquelle und zur Zählkammer standen im rechten Winkel zueinander und im Winkel von 45° zur Platte. Die Abstände betragen beide 5,5 cm. Da dieser Abstand viel kleiner als der bei den Absorptionsversuchen gebrauchte war, mußte der Strahlenkegel durch eine Papierblende mit kleiner Öffnung in einigen Millimetern Abstand von der Blende der Zählkammer abgegrenzt werden. Alles reflektierende Material hatte die Gestalt eines Quadrats von 6 cm Kantenlänge und von hinreichender Dicke, um alle Strahlen zurückzuhalten oder zu reflektieren. Die Quelle der β -Strahlung war ein Radium-E-

Tabelle V.
Reflexion der β -Teilchen des RaE durch verschiedene Elemente.

Element	Atomgewicht	Gesamtzeit der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute	N	Ionisierung durch reflektierte β -Strahlung des RaE	N'
C	12,0	53,7	848	15,8	7,3	17,1	8,2
Al	27,1	53,8	1154	21,5	13,0	30,0	14,5
Fe	55,8	49,4	1434	29,0	20,5	41,2	19,7
Cu	63,6	44,2	1320	29,9	21,4	44,7	21,4
Zn	65,4	53,9	1656	30,7	22,2	45,5	21,7
Ag	107,9	38,6	1383	35,9	27,4	57,4	(27,4)
Su	119,0	92,1	3455	37,5	29,0	62,5	29,8
Pb	207,1	47,9	1855	38,8	30,3	70,2	33,5
nichts		85,4	725	8,5			

Reflexion der β -Teilchen des Radium E durch verschiedene Elemente.

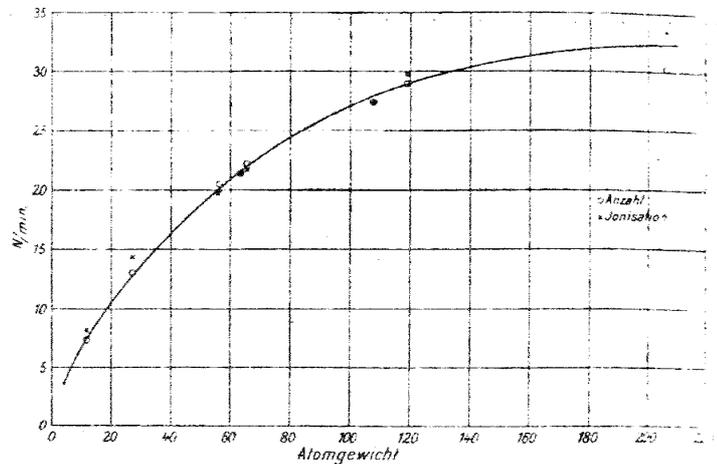


Fig. 5.

Präparat auf einer Aluminiumfolie (0,0058 cm). Die Versuchsergebnisse sind aus Tabelle V und Fig. 5 zu ersehen, in der die Anzahlen der pro Minute reflektierten β -Teilchen als Funktion des Atomgewichtes eingetragen und durch Kreise bezeichnet sind. Die Kreuze stellen im Verhältnis die Werte dar, wie sie nach der Ionisationsmethode für die β -Teilchen des Radium E gefunden wurden, wobei Silber als Standardsubstanz genommen ist. Wie man sieht, liegen beide Reihen von Punkten annähernd auf der gleichen Kurve, was darauf hinzudeuten scheint, daß die Geschwindigkeitsverringerung nach der Reflexion für die verschiedenen Elemente die gleiche ist.

Um ferner noch den Unterschied in der Absorbierbarkeit der direkten und der reflektierten Strahlung zu untersuchen, wurden absorbierende Aluminiumfolien in den Weg der direkten Strahlung (in 1 cm Abstand von der Strahlungsquelle) sowie in den Gang der reflektierten Strahlung (1 cm vor der Blende) gebracht. Nullwertsbestimmungen, d. h. Ablesungen ohne Reflektor, aber mit aufgestellten Absorptionsfolien, wurden für jede

Tabelle VI.

Reflexion von β -Teilchen des Radium *E* durch Zinn in zwei verschiedenen Dicken, mit Absorption durch Aluminium im Gange der einfallenden oder der reflektierten Strahlen oder beider.

Reflektor: Dicke des Zinns in g/cm ²	Absorbierende Schicht:		Mit Reflektor			Ohne Reflektor			N	
	Dicke des Aluminiums in g/cm ²		Gesamt- zeit der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute	Gesamt- zeit der Zählung in Minuten	Gesamte gezählte Anzahl	β -Teilchen pro Minute		
	Im Gange der einfallenden Strahlung	reflektierten Strahlung								
0,3284	0	0	92,1	3455	37,5	85,4	725	8,5	29,0	
	0,0008	0	20,1	909	45,2	34,8	315	9,0	36,2	
	0,0044	0	15,7	607	38,6	40,9	357	8,7	29,9	
	0,0285	0	25,4	973	38,3	44,0	288	6,6	31,7	
	0,0570	0	65,4	2144	32,8	42,8	245	5,7	27,1	
	0,1141	0	29,2	419	14,3	43,3	169	3,9	10,4	
	0	0,0008	22,3	876	39,3	50,7	383	7,5	31,8	
	0	0,0044	32,0	1025	32,0	49,6	290	5,8	26,2	
	0	0,0285	28,9	622	21,5	45,8	141	3,1	18,4	
	0	0,0570	41,0	522	12,7	39,6	127	3,2	9,5	
	0	0,1141	47,1	289	6,1	42,4	125	3,0	3,1	
	0,3284	0,0285	0,0285	34,9	436	12,5	33,9	150	4,4	8,1
	0,3284	0,0285	0,0570	25,9	307	11,8	41,1	150	3,6	8,2
0,0103	0	0	62,1	1867	30,0	85,4	725	8,5	21,5	
	0,0008	0	29,9	938	31,8	34,8	315	9,0	22,8	
	0,0016	0	31,0	980	32,1	41,2	337	8,2	23,9	
	0,0044	0	24,7	719	29,1	40,9	357	8,7	20,4	
	0,0285	0	16,3	415	25,4	44,0	288	6,6	18,8	
	0,0570	0	37,5	692	18,4	42,8	245	5,7	12,7	
	0	0,0008	50,7	1396	27,5	50,7	383	7,5	20,0	
	0	0,0044	51,2	1085	21,2	49,6	290	5,8	15,4	
	0	0,0285	18,6	201	10,8	45,8	141	3,1	7,7	
	0	0,0571	29,9	194	6,5	39,6	127	3,2	3,3	

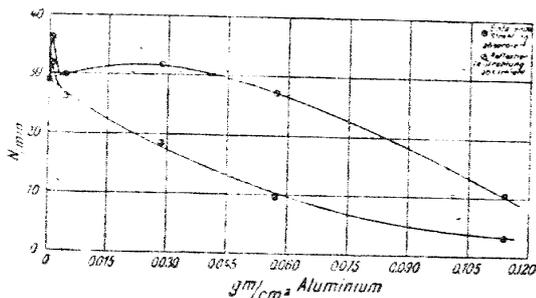
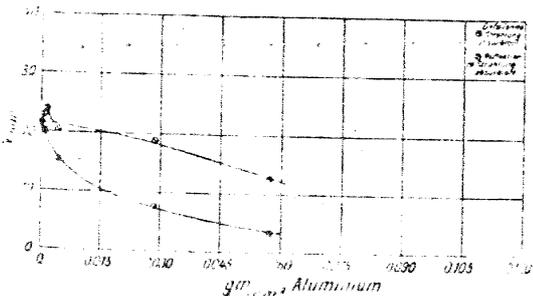
 Dicker Zinnreflektor 0,3284 gm/cm².

 Dünner Zinnreflektor 0,0103 gm/cm².


Fig. 6.

Dicke und Stellung des absorbierenden Materials vorgenommen. Dies ist erforderlich, um genaue Werte zu erhalten, weil Luft und Drahtrahmen

eine Anzahl von β -Teilchen in die Zählkammer hinein reflektieren. Als Strahlungsquelle diente Radium *E*, und eine dicke, quadratische Zinnplatte von 6 cm Kantenlänge oder eine Zinnfolie (0,0103 g/cm²) bildeten den Reflektor. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle VI und Fig. 6. Die Kurven zeigen deutlich, daß die reflektierten Strahlen leichter absorbiert werden als die einfallenden, und daß dickes Zinn einen größeren Bruchteil der durchdringenden Strahlen reflektiert als eine dünne Zinnfolie. Der steile Anfangsanstieg bei sehr dünnen absorbierenden Schichten ist bei diesen Kurven sehr ausgesprochen. Er rührt her von der Zerstreuung und findet dieselbe Erklärung, die der eine von uns in einem ähnlichen, bei der Ionisationsmethode beobachteten Falle gegeben hat¹). Wenn die einfallende Strahlung vermittelt einer sehr dünnen Zinnfolie zerstreut wurde, war der steile Anstieg im Anfang der Kurven sogar noch auffällender.

Zusammenfassung.

1. Von verschiedenen Substanzen durch-

gelassene und reflektierte β -Teilchen wurden nach Geigers direkter Methode gezählt.

2. Die β -Teilchen des Radium *E* und des aktiven Niederschlags des Thoriums werden numerisch nicht nach einem Exponentialgesetz absorbiert, während das Gesetz für die Abnahme der Ionisation diesen Typus hat.

3. Reflektierte und durchgelassene β -Teilchen sind numerisch stärker absorbierbar als die einfallende Strahlung.

4. Die Anzahl an verschiedenen Elementen reflektierter β -Teilchen nimmt mit dem Atomgewicht in fast gleicher Art zu wie die Ionisierung der reflektierten Strahlen, woraus folgt, daß die Geschwindigkeitsabnahme der β -Teilchen infolge von Reflexion nahezu unabhängig von dem reflektierenden Material ist.

5. Zerstreuung durch sehr dünne Folien bewirkt eine Zunahme der Anzahl von β -Teilchen, die in gewisser Entfernung in Richtung der Normalen zu den dünnen Folien aufgefangen werden.

Minnesota, Physikalisches Laboratorium der Universität.

(Nach dem Manuskript aus dem Englischen übersetzt von
Luise Friedburg.)

(Eingegangen 18. März 1914.)