

sehen davon, daß die Winkelabhängigkeit der Streuung keine Anzeichen von Interferenzerscheinungen erkennen läßt, spricht auch die Unabhängigkeit der Abweichungen von der Primärenergie gegen die Mohrschen Rechnungen. Zudem würden, wie bereits in I hervorgehoben wurde, die Mohrschen Korrekturen den Streuquerschnitt eher noch vergrößern statt erniedrigen. Die Elektronenhülle scheint uns nach diesen Ergebnissen keinen wesentlichen Einfluß auf den Streuquerschnitt zu haben.

Auf einen möglichen Einfluß der endlichen Kerngröße, auch bei relativ großer Wellenlänge der ein-

fallenden Elektronen, weist E. Freese⁸ hin. Die Beschleunigung des gestreuten Elektrons im Kernfeld könnte seine Wellenlänge derart verkleinern, daß zwischen den von den verschiedenen Nukleonen des Kerns ausgehenden Streuwellen Interferenzen entstehen könnten. Genaue Rechnungen hierzu stehen noch aus, ebenso Rechnungen über die Strahlungskorrektur, die Feshbach⁹ allein für die Abweichungen verantwortlich macht.

Ich fühle mich verpflichtet, Herrn Prof. Dr. W. Bothe für sein großes Interesse an dieser Arbeit und für viele anregende Diskussionen zu danken.

⁸ Privatmitteilung.

⁹ H. Feshbach, Physic. Rev. 88, 295 [1952].

Über die „differentielle Ionisation“ von α -Strahlen in CdS-Kristallen*

Von Chr. GERTHSEN und W. KOLB

Aus dem Physikalischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe

(Z. Naturforschg. 8a, 315—317 [1953]; eingegangen am 23. März 1953)

Die Menge der Elektronen, die in CdS-Einkristallamellen durch α -Strahlen ausgelöst werden, hängt von der Geschwindigkeit der α -Teilchen in ähnlicher Weise ab, wie die Menge der Ionenpaare, die durch α -Teilchen je Wegelement in Gasen erzeugt werden (differentielle Ionisation).

Der Durchgang von α -Strahlen durch Materie gehorcht mit guter Näherung dem Geigerschen Reichweitengesetz $v^3 = a(R - x)$ oder $dE/dx = b/v$ (v Geschwindigkeit der α -Teilchen, E ihre kinetische Energie) unabhängig davon, ob sie gasförmig oder fest ist. Besonders eingehend ist das Gesetz für die differentiellen Energieverluste im Glimmer geprüft.

Die atomaren Bremsvermögen von Aluminium und Neon sind nur wenig voneinander verschieden, ebenso die von Silber und Krypton. Auch die Geschwindigkeitsabhängigkeit des atomaren Bremsvermögens ist für beide Paare sehr ähnlich. Dieses Verhalten läßt eine weitgehende Übereinstimmung im Mechanismus der Bremsung vermuten. Bei den Gasen ist er bekannt. Die Energie wird überwiegend in kleinen Portionen zur Anregung und Ionisierung verwendet. Der Zunahme der differentiellen Energieverluste mit abnehmender Geschwindigkeit entspricht die Zunahme des differentiellen Ionisierungsvermögens, wie es in der bekannten Braggischen Kurve zum Ausdruck kommt. Erst bei kleinen Ge-

schwindigkeiten (unterhalb $7 \cdot 10^5$ eV) nimmt dieses mit abnehmender Geschwindigkeit wieder ab. In den Gasen ist der mittlere Energieaufwand pro Ionenpaar von der Geschwindigkeit unabhängig, daher ist die Gesamtzahl der von einem α -Teilchen erzeugten Ionen dessen Energie proportional. Die stetige Zunahme des differentiellen Ionisierungsvermögens mit der Wurzel aus der Ordnungszahl und das Fehlen periodischer Eigenschaften weist darauf hin, daß auch Energie an die Elektronen der inneren Schalen abgegeben wird. Dieses ist ja auch durch die Anregung charakteristischer Röntgenstrahlen durch die α -Strahlen in Gasen sowohl wie in festen Körpern erwiesen. Die Mehrzahl der entstehenden Ionenpaare ist auf die Ionisation durch Elektronen zurückzuführen, welche bei der Primäronisation durch die α -Teilchen soviel Energie erhalten haben, daß sie zu weiterer Ionisierung befähigt sind (δ -Strahlen).

Solche δ -Strahlen werden auch im Festkörper ausgelöst. Aber nur in wenigen festen Körpern ist eine Bildung von Ionen und Elektronen durch Korpuskularstrahlen nachzuweisen, die im elektrischen Feld an angelegte Elektroden abgeführt werden

* Vorgetragen im Festkolloquium anlässlich des 65. Geburtstages von Herrn Professor Dr. Walther Kosel am 4. Januar 1953.



können. Ausnahmen bilden beispielsweise Alkali- und Silberhalogenide. Besonders in Cadmiumsulfid-Kristallen werden durch Korpustularstrahlen Elektronen ausgelöst, die bei angelegtem Feld zu gut meßbaren Stromimpulsen Veranlassung geben.

Frerichs und Warminsky¹ haben den Nachweis geführt, daß diese Impulse der Energie der α -Teilchen proportional sein können, daß CdS-Einkristalle also sowohl zur Zählung als auch zur Energiemessung am Einzelteilchen verwendet werden können.

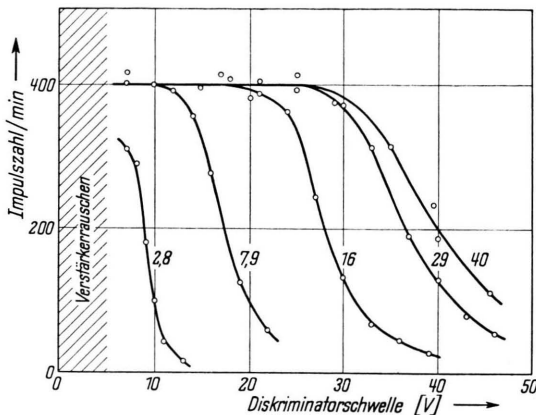


Abb. 1a. Integrale Impulsverteilung. Parameter: Elektrodenspannung in Volt, α -Teilchen von ThC', Restreichweite 3,7 cm, Kristalldicke (Luftäquivalent) 2,0 cm.

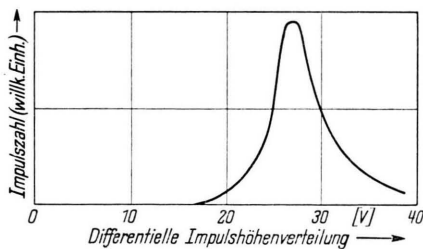


Abb. 1b. Differentielle Impulsverteilung. Elektrodenspannung 16 V (gewonnen durch graphische Differentiation aus Abb. 1a).

Nach dem Verfahren von Frerichs wurden Einkristalllamellen von einigen μ Dicke gezüchtet. Auf Vorder- und Rückseite eines solchen Plättchens von beispielsweise 1 cm Luftäquivalent wurden Gold-Elektroden aufgedampft und die α -Teilchen von ThC und ThC' senkrecht zur Lamelle, also parallel zu den Kraftlinien hindurchgeschossen. Die von

den α -Teilchen ausgelösten Impulse werden über einen Proportionalverstärker einem Diskriminator zugeführt. Für jede Elektrodenspannung kann die Anzahl der Impulse gemessen werden, die die jeweilige Diskriminatorschwelle überschreiten. Aus einer so gemessenen integralen Impulshöhenverteilung (s. Abb. 1a) gewinnt man durch Differentiation die Anzahl der Impulse als Funktion ihrer in Volt gemessenen Größe (Abb. 1b), man erhält eine breite Verteilungskurve mit einem ausgeprägten Maximum; die ihm zugeordnete Größe werde im folgenden als Impulshöhe bezeichnet.

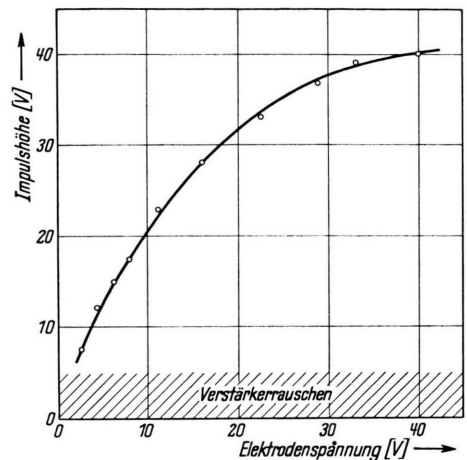


Abb. 2. Impulshöhe als Funktion der Elektrodenspannung.

Abb. 2 zeigt die an einem Kristall gemessenen Impulshöhen als Funktion der Elektrodenspannung. Der Übergang zu einem Sättigungswert zeigt, daß bei den verwendeten Kristallen eine Verstärkung, wie sie von Frerichs und Warminsky² beschrieben wurde, nicht auftritt, daß also die Annahme berechtigt ist, daß alle abgespaltenen Elektronen bei hinreichend hohen Feldstärken (50 kV/cm) an die Elektroden abgegeben werden. Abb. 3 enthält die Impulshöhe als Funktion der Restreichweite, welche man durch Vorbremmung ändern kann. Die Ähnlichkeit mit einer in Luft gemessenen Bragg'schen Kurve ist überzeugend. Freilich entspricht das Maximum nicht einem echten Maximum eines differentiellen Ionisierungsvermögens. Sobald die Restreichweite merklich kleiner wird als das Luftäquivalent des Kristalles, muß die

¹ R. Frerichs u. R. Warminsky, Research **2**, 389 [1948].

² R. Frerichs u. R. Warminsky, Naturwiss. **33**, 251 [1946].

Impulsgröße abnehmen, auch wenn das differentielle Ionisierungsvermögen noch zunehmen kann. Die oben durchgeführten Überlegungen bezüglich der Übereinstimmung der Gesetzmäßigkeiten des Ener-

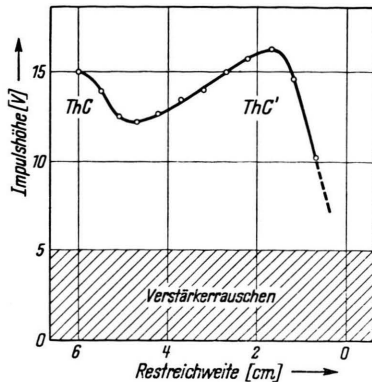


Abb. 3. Impulshöhe als Funktion der Restreichweite. Kristalldicke (Luftäquivalent) 1,3 cm, Elektroden- spannung 7,5 V.

gieverlustes in gasförmigen und festen Körpern gelten sichtlich auch für den Sonderfall des CdS. Zusammen mit der Eigenschaft, daß die Gesamtzahl der Elektronen bei vollständiger Absorption der α -Teilchen ihrer Energie proportional ist, bedeutet die Zunahme der Impulshöhen gegen das Reichweitenende, daß offenbar auch die je We- gelement absorbierte Energie und die „ausgelöste“ Elektronenanzahl einander proportional sind und zwar unabhängig von der Geschwindigkeit.

Die bisherigen Messungen machen es wahrschein- lich, daß der Energieaufwand zur „Befreiung“ eines Elektrons größenordnungsmäßig etwa der Arbeit entspricht, die zur Hebung eines Elektrons aus dem Valenzband in das Leitfähigkeitsband aufgewendet werden muß und die der optischen Absorptions- kante des CdS entspricht. Dies sollte nicht so ge- deutet werden, als ob alle Elektronen durch un- mittelbare Einwirkung der α -Teilchen diesen Über- gang vollziehen.

Untersuchungen über die radioaktive Umgebungsstrahlung und ihre Wirkung

Von A. SITTKUS, D. GANZ und E. REMY

Aus dem Physikalischen Institut der Universität Freiburg

(Z. Naturforsch. 8a, 317—322 [1953]; eingegangen am 19. März 1953)

Eine Abschätzung des Einflusses der radioaktiven Umgebungsstrahlung auf Messungen mit Ionisationskammern und Einzelzählrohren zeigt, daß die Schwankung der Boden- und Luftstrahlung in ungepanzerten Apparaturen Änderungen des Nullganges bis 100% und hinter 50 g/cm² Panzer Effekte bis 10% verursachen kann. Erst hinter Vollpanzern von 100 g/cm² ist der Einfluß im allgemeinen zu vernachlässigen. Die Abschätzung wird durch Messungen vornehmlich der Aktivität von frischem Schnee- und Regenwasser be- legt. Die Meßergebnisse zeigen, daß eine Entscheidung, ob eine beobachtete Intensitäts- schwankung dem gesuchten Effekt zuzuschreiben ist oder nicht, bei schlecht abgeschirm- ten Kammern oder Zählrohren nur möglich ist, wenn gleichzeitig eine genaue Diskussion des Bodenzustandes, des Em-Gehaltes der Luft und der Beimengung von radioaktiven Stoffen im frischen Niederschlag durchgeführt wird.

Bei Messungen ionisierender Strahlung, z. B. bei der Untersuchung von Ultrastrahlungsschwankungen im Hinblick auf Zusammenhänge mit der Sonnenaktivität^{1,2,3}, wurden z. Tl. schwach gepanzerte Ionisationskammern und Einzelzählrohre verwendet. Bei diesen Apparaturen ist der Einfluß der

Umgebungsstrahlung recht erheblich und die Schwankungen der natürlichen radioaktiven Strahlung des Bodens und der Luft begrenzen entschei- dend die Möglichkeit, aus Änderungen der gemessenen Intensität Rückschlüsse auf den untersuchten Vorgang zu ziehen.

¹ J. Zirkler, Naturwiss. 25, 715 [1937]; Z. Physik 111, 183 [1938]; Z. Geophysik 18, 127 [1943]; Z. Naturforsch. 4a, 394 [1949].

² D. C. Rose, Physic. Rev. 78, 181 [1950].

³ A. Sittkus u. D. Ganz, Z. Naturforsch. 6a, 563 [1951].