

Streuung von Alkali-Ionen an He-Atomen

G. FORST *

(Z. Naturforschg. 22 a, 1628 [1967]; eingegangen am 26. Juli 1967)

Bei der Streuung von Li_7^+ -Ionen an Atomen treten Polarisierungseffekte auf, die in der Intensitäts-Winkel-Verteilung Maxima hervorrufen¹. Um die Abhängigkeit der Polarisierungseffekte von der Masse der gestreuten Ionen zu untersuchen, wurden 30 keV-Alkali-Ionen an He-Atomen gestreut.

Die Ionen wurden entweder in einer Glas-Quelle² (Li_6^+ , Li_7^+ , Na_{23}^+ , K_{39}^+) oder in einer KOCH-WALCHER-Quelle³ (Rb_{85}^+ ; Cs_{133}^+) erzeugt. Diese Festkörper-Quellen haben gegenüber anderen den Vorteil, daß die emittierten Ionen relativ monoenergetisch (Halbwertsbreite 0,3 bis 2 eV) bei ausreichenden Richtstrahlwerten ($4-10 \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{rad}^{-2}$) sind. Daher konnte eine Streuapparatur mit ionenoptischen Linsen⁴ verwendet werden, ohne daß der chromatische Fehler der Linsen das Winkelaufklärungsvermögen der Anordnung störend herabsetzte. Als Nachteil erwies sich die geringe Betriebsdauer (2-20 Std.) der Festkörperquellen. Störende Ionen im Strahlengang wurden durch einen Massenseparator aus gekreuztem elektrischen und magnetischen Feld entfernt. Die zu kleinen Streuwinkeln hin stark ansteigende Streuintensität wurde durch Verwendung eines rotierenden Sektors (ϑ^{-2} -Abfall, lichter Durchmesser 10 mm) reduziert.

Die Intensitäts-Winkel-Verteilung der an Helium gestreuten Alkali-Ionen ergab in allen Fällen ringförmige Strukturen um den Strahlmittelpunkt. Die den Intensitätsmaxima zugeordneten Streuwinkel $\vartheta_{\text{max}, n}$ ($n=1, 2, \dots$) nehmen mit zunehmender Masse der Ionen erheblich (um eine Größenordnung) ab (Tab. 1). Als kleinster Streuwinkel konnte $\vartheta_{\text{max}, 1} = 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$ für die Streuung von K_{39}^+ an He noch einwandfrei gemessen werden (Abb. 1).

Ion	$\vartheta_{\text{max}, n} [10^{-4} \text{ rad}]$			
	$n=1$	2	3	4
Li_6^+	2,13	5,32	—	—
Li_7^+	2,02	5,06	8,65	—
Na_{23}^+	0,91	2,19	3,60	—
K_{39}^+	0,58	1,35	2,08	—
Rb_{85}^+	(0,36)	0,78	1,28	1,71
Cs_{133}^+	—	0,58	0,91	1,22

Tab. 1. Experimentell ermittelte Streuwinkel für die Streuung von 30 keV Alkali-Ionen an He-Atomen.

Aus den gemessenen Streuwinkeln wurde nach einem bereits früher beschriebenen Verfahren^{1, 5} der „Wirkungsradius der Polarisation“ \bar{a} ermittelt. Da der Polarisierungseffekt von der Geschwindigkeit des gestreuten Ions

$$v \sim k \cdot r_{\text{H}} / m_{\text{a}}$$

* Jetzt Fachschule für Optik und Fototechnik, Berlin-Charlottenburg.

¹ H. BOERSCH u. G. FORST, Z. Phys. 176, 221 [1963].

² S. SCHWEDA, Dissertation, Technische Universität Berlin 1961.

³ W. WALCHER, Z. Phys. 121, 604 [1943].

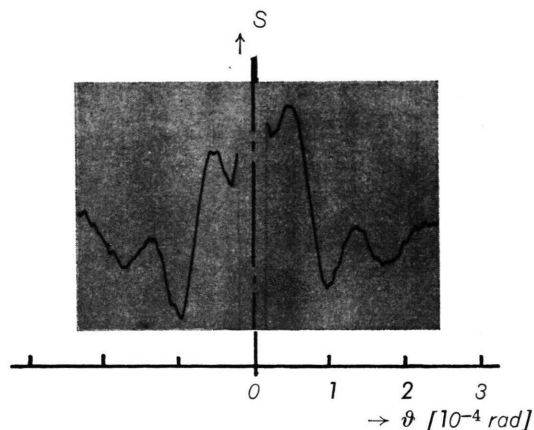


Abb. 1. Photometerkurve eines Streudiagramms für die Streuung von 30 keV K_{39}^+ -Ionen an He-Atomen.

abhängt, wurden die \bar{a} -Werte in Abhängigkeit von der Wellenzahl k , dividiert durch die Masse des Ions m_{a} (multipliziert mit dem Radius der ersten BOHRschen Bahn im H-Atom r_{H}) dargestellt (Abb. 2). Mit zunehmender Masse der Ionen, d. h. mit abnehmender Geschwindigkeit, nehmen die \bar{a} -Werte zu.

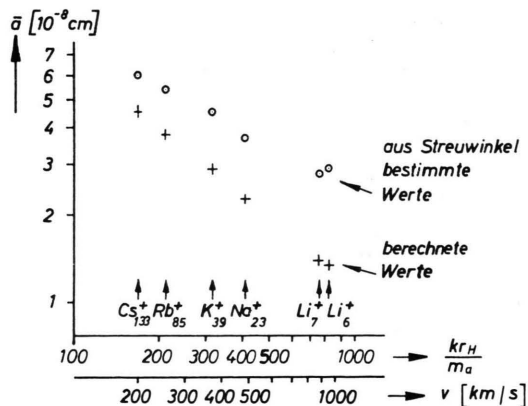


Abb. 2. „Wirkungsradius der Polarisation“ für die Streuung von 30 keV Alkali-Ionen an He-Atomen.

Andererseits ergeben die in Hochenergie-Näherung⁶ berechneten \bar{a} -Werte die gleiche funktionelle Abhängigkeit und liegen in der gleichen Größenordnung wie die aus den Streuwinkeln bestimmten Werte, wenn die effektive Kernladungszahl näherungsweise aus der Ionisierungsenergie der Ionen⁷ berechnet wird (vgl. Abb. 2).

Damit wird ein weiterer Hinweis erhalten, daß \bar{a} als „Wirkungsradius der Polarisation“ gedeutet werden kann.

⁴ H. BOERSCH u. G. FORST, Z. Phys. 169, 239 [1962].

⁵ H. SCHOENEBECK, Z. Phys. 177, 111 [1964].

⁶ G. FORST, J. LEHMANN u. H. SCHOENEBECK, Physik. Verhandl. DVPG 8, 275 [1964].

⁷ W. FINKELNBURG u. W. HUMBACH, Naturwiss. 42, 35 [1955].

