

## Streuung von Alkali-Ionen an He-Atomen

G. FORST \*

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

Bei der Streuung von  $\text{Li}_7^+$ -Ionen an Atomen treten Polarisationseffekte auf, die in der Intensitäts-Winkel-Verteilung Maxima hervorrufen<sup>1</sup>. Um die Abhängigkeit der Polarisationseffekte von der Masse der gestreuten Ionen zu untersuchen, wurden 30 keV-Alkali-Ionen an He-Atomen gestreut.

Die Ionen wurden entweder in einer Glas-Quelle<sup>2</sup> ( $\text{Li}_6^+$ ,  $\text{Li}_7^+$ ,  $\text{Na}_{23}^+$ ,  $\text{K}_{39}^+$ ) oder in einer KOCH-WALCHER-Quelle<sup>3</sup> ( $\text{Rb}_{85}^+$ ;  $\text{Cs}_{133}^+$ ) 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 Linsen<sup>4</sup> verwendet werden, ohne daß der chromatische Fehler der Linsen das Winkelauflösungsvermögen der Anordnung störend herabsetzte. Als Nachteil erwies sich die geringe Betriebsdauer (2-20 Std.) der Festkörperquellen. Störende Ionen im Stahlengang 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 ( $\vartheta^{-2}$ -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  $\vartheta_{\max, n}$  ( $n=1, 2, \dots$ ) nehmen mit zunehmender Masse der Ionen erheblich (um eine Größenordnung) ab (Tab. 1). Als kleinster Streuwinkel konnte  $\vartheta_{\max, 1} = 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$  für die Streuung von  $\text{K}_{39}^+$  an He noch einwandfrei gemessen werden (Abb. 1).

Ion	$\vartheta_{\max, n} [\text{10}^{-4} \text{ rad}]$			
	$n=1$	2	3	4
$\text{Li}_6^+$	2,13	5,32	—	—
$\text{Li}_7^+$	2,02	5,06	8,65	—
$\text{Na}_{23}^+$	0,91	2,19	3,60	—
$\text{K}_{39}^+$	0,58	1,35	2,08	—
$\text{Rb}_{85}^+$	(0,36)	0,78	1,28	1,71
$\text{Cs}_{133}^+$	—	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<sup>1, 5</sup> der „Wirkungsradius der Polarisation“  $\bar{a}$  ermittelt. Da der Polarisationseffekt von der Geschwindigkeit des gestreuten Ions

$$v \sim k \cdot r_H / m_a$$

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

<sup>1</sup> H. BOERSCH u. G. FORST, Z. Phys. 176, 221 [1963].

<sup>2</sup> S. SCHWEDA, Dissertation, Technische Universität Berlin 1961.

<sup>3</sup> W. WALCHER, Z. Phys. 121, 604 [1943].

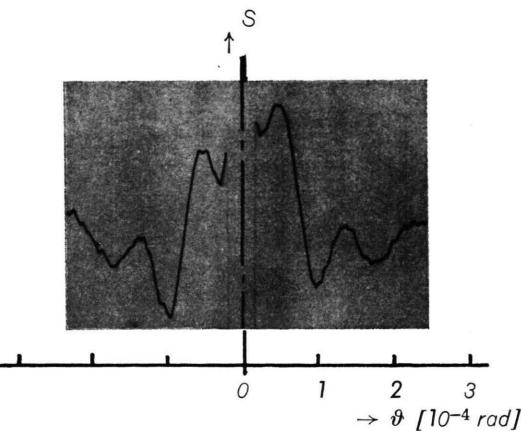


Abb. 1. Photometerkurve eines Streudiagramms für die Streuung von 30 keV  $\text{K}_{39}^+$ -Ionen an He-Atomen.

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.

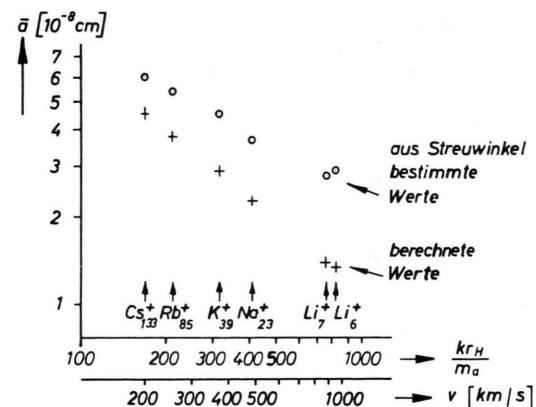


Abb. 2. „Wirkungsradius der Polarisation“ für die Streuung von 30 keV Alkali-Ionen an He-Atomen.

Andererseits ergeben die in Hochenergie-Näherung<sup>6</sup> 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 Ionen<sup>7</sup> berechnet wird (vgl. Abb. 2).

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

<sup>4</sup> H. BOERSCH u. G. FORST, Z. Phys. 169, 239 [1962].

<sup>5</sup> H. SCHOENEBECK, Z. Phys. 177, 111 [1964].

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

<sup>7</sup> W. FINKELNBURG u. W. HUMBACH, Naturwiss. 42, 35 [1955].

