

Messung differentieller Wirkungsquerschnitte für die elastische Streuung von Kalium-Ionen an Edelgasen

G. Willems

Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, 33 Braunschweig, Bundesallee 100

(Z. Naturforsch. 31 a, 395–396 [1976]; eingegangen am 28. Januar 1976)

Differential Elastic Cross Section Measurements for $K^+ - Ar$, Kr and Xe

The differential elastic cross sections for $K^+ - Ar$, Kr and Xe were measured in the energy range from 2.2 eV to 5.0 eV in the laboratory system and compared with those predicted by the theory of Kim and Gordon. The experimental well depths are smaller than predicted by this theory.

Während in der Vergangenheit zahlreiche Bestimmungen des negativen Bereiches der Wechselwirkungspotentiale zwischen Alkaliatomen und anderen Atomen und Molekülen durchgeführt worden sind, liegen nur wenige derartige Untersuchungen für Alkaliionen vor. Nach unserer Kenntnis sind bisher lediglich von zwei Autorengruppen Messungen elastischer differentieller Streuquerschnitte aus der Systemreihe der Alkaliionen-Edelgasatome veröffentlicht worden^{1, 2}.

Es wurden Messungen des elastischen differentiellen Streuquerschnittes von Kaliumionen an Edelgasatomen im Laborenergiebereich von 2,2 bis 5,0 eV ausgeführt. Bei diesen Energien sind Regenbogenstrukturen zu erwarten, die Rückschlüsse auf die Potentialparameter im Bereich des Potentialminimums erlauben. Die verwendete Apparatur wird im einzelnen an anderer Stelle beschrieben werden. Das Experiment beruhte auf der Methode der gekreuzten Strahlen. Ein Kalium-Ionenstrahl geringer Winkeldivergenz³ durchsetzte einen Edelgas-Überschallstrahl unter einem Winkel von 90°. Zum Nachweis der gestreuten Ionen wurde ein SEV-Detektor in der Strahlenebene um das Streuzentrum bewegt. Über einen Verstärker, Zähler und Zählratenmesser gelangte das Signal zur Registrierung auf einen X-Y-Schreiber. Eine Gegenfeldanordnung diente in einem Vorversuch zur Bestimmung der Energie der Kaliumionen im Laborsystem.

In den Abb. 1 bis 3 sind die gemessenen Winkelverteilungen der an Argon, Krypton und Xenon gestreuten Kaliumionen für verschiedene Energiewerte der Ionen im Laborsystem dargestellt. Neben dem jeweiligen primären Regenbogen sind z. T. sekundäre Regenbogen erkennbar. Die vorläufige Auswertung erfolgte durch Vergleich der experimentellen Daten mit berechneten differentiellen Streuquer-

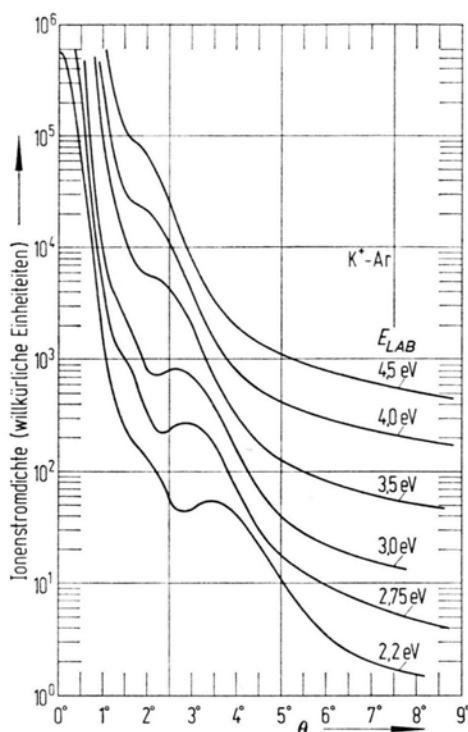


Abb. 1. Gemessene Winkelverteilungen von K^+ bei der Streuung an Ar für verschiedene Laborwinkel θ . Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Kurven gegeneinander verschoben worden.

schnitten. Für die Streuphasen wurde dabei eine WKB-Näherung verwendet. Der Rechnung liegen die von Kim und Gordon⁴ für die Systeme $K^+ - Ar$ und $K^+ - Kr$ angegebenen Potentiale zugrunde. Diese Potentiale lassen sich durch einen analytischen Ausdruck, der sich additiv aus einem Exponential-, einem R^{-6} - und einem R^{-4} -Term aufbaut, gut annähern. Für das System $K^+ - Xe$ wurde ein Potentialverlauf gewählt, der im Vergleich zum $K^+ - Kr$ -Potential einen geringfügig verbreiterten Potentialtopf aufweist. In die Abb. 3 ist ein für das System $K^+ - Xe$ mit einer Laborenergie der Ionen von 2,2 eV berechneter Streuquerschnitt eingezeichnet worden. Der Gleichgewichtsabstand r_m beträgt dabei 3,4 Å. Unterstellt man die von Kim und Gordon angegebenen Potentialverläufe als richtig, so lassen sich durch Vergleich der Winkellagen der primären Regenbögen in den berechneten und den gemessenen Streuverteilungen die Potentialtopftiefen ermitteln. Für eine eingehendere Analyse, die auch die aufgelösten Sekundärstrukturen in die Auswertung einbezieht, müssen die berechneten Querschnitte mit den Apparatefunktionen gefaltet werden. Die dazu erforderlichen Arbeiten befinden sich in Vorbereitung.

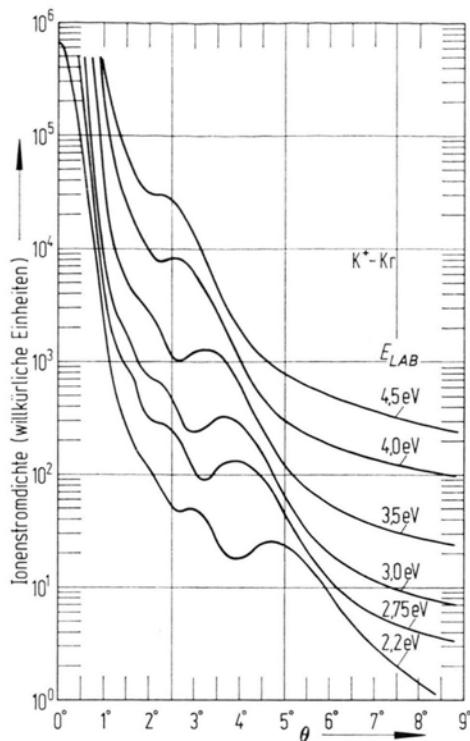


Abb. 2. Gemessene Winkelverteilungen von K^+ bei der Streuung an Kr für verschiedene Energien im Laborsystem.

Tab. 1. Gemessene Potentialtopftiefen (in eV) in Abhängigkeit von der Ionenenergie (in eV).

Ionenenergie im Lab.-System	$K^+ - Ar$	$K^+ - Kr$	$K^+ - Xe$
2,2	0,100	0,130	0,165
2,75	0,105	0,130	0,174
3,0	0,105	0,135	0,178
3,5	0,107	0,145	0,170
4,0	0,105	0,133	0,175
4,5	0,110	0,135	0,165
5,0	—	—	0,167
Mittelwert	0,106	0,135	0,171
Theoretischer Wert ⁴	0,121	0,154	—

Die gemessenen Regenbogenstrukturen lagen für $K^+ - Ar$ und $K^+ - Kr$ stets bei kleineren Winkeln als es den von Kim und Gordon angegebenen Potentialen entspricht. Dementsprechend sind die mit dem

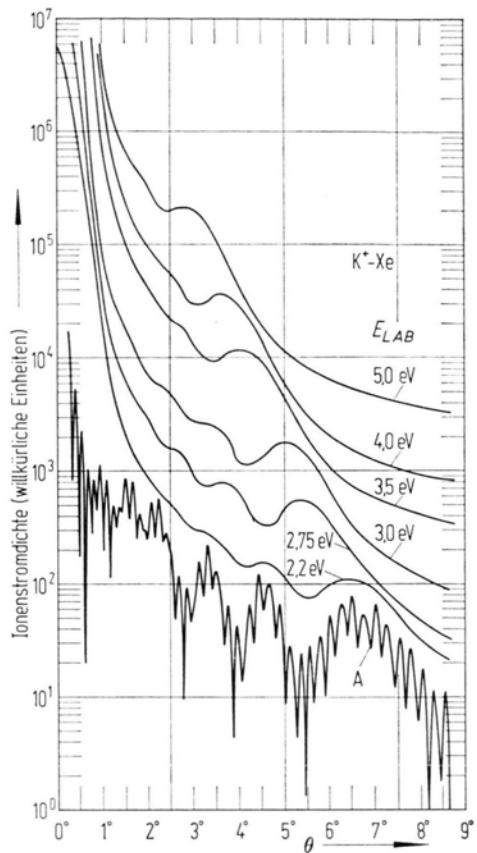


Abb. 3. Gemessene Winkelverteilung von K^+ bei der Streuung an Xe für verschiedene Energien im Laborsystem. Kurve A: Für das System $K^+ - Xe$ für eine Laborenergie von 2,2 eV berechneter differentieller Streuquerschnitt mit $\varepsilon = 0,165$ eV, $r_m = 3,4$ Å.

angegebenen, noch unvollständigen Auswerteverfahren aus den Messungen gewonnenen Potentialtopftiefen kleiner als die der theoretischen Potentiale. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Als Mittelwerte der bei verschiedenen Energien im Laborsystem erhaltenen Potentialtopftiefen ergeben sich für $K^+ - Ar$ 0,106 eV, für $K^+ - Kr$ 0,135 eV. Die entsprechenden theoretischen Werte sind 0,121 eV bzw. 0,154 eV. Für das System $K^+ - Xe$ lautet der experimentelle Wert 0,171 eV.

Ich danke der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung der Arbeit.

¹ M. G. Menendez u. S. Datz, Intern. Conf. Phys. Electr. At. Collisions **4**, 264 [1965].

² R. Böttner, W. L. Dimpfl, U. Ross u. J. P. Toennies, Chem. Phys. Letters **32**, 197 [1975].

³ W. Böddicker, Proc. I. C. I. S. **2**, 856 [1972].

⁴ Y. S. Kim u. R. G. Gordon, J. Chem. Phys. **61**, 1 [1974].