

Plasmaresonanzabsorption in Kalium

J. BRAMBRING und H. RAETHER

Institut für Angewandte Physik der Universität Hamburg
(Z. Naturforsch. 21 a, 1527 [1966]; eingegangen am 28. August 1966)

Bestrahlt man eine dünne Metallfolie mit parallel zur Einfallsrichtung polarisiertem Licht unter einem Winkel zur Foliennormalen, so erhält man in der Umgebung der Frequenz des Lichtes, die der Plasmafrequenz des Metalls entspricht, eine zusätzliche Absorption; diese tritt bei der senkrecht zur Einfallsrichtung polarisierten Komponente nicht auf. Diese Absorption kommt dadurch zustande, daß die Komponente des elektrischen Vektors, die in Normalenrichtung der Folie zeigt, die Volumenplasmenschwingungen mit der Energie $\hbar \omega_p$ anregt.

Die Plasmaresonanzabsorption ist bisher an Silber¹ und an Aluminium² gefunden worden. Hier soll über Messungen der Plasmaresonanzabsorption an dünnen Kaliumfolien (ca. 300–1000 Å dick) berichtet werden, da hier im Gegensatz zu Silber das Modell des freien Elektronengases einen rechnerischen Vergleich mit den experimentellen Werten erlaubt.

Die Kaliumschichten sind auf Saphirblättchen, die mit flüssigem Stickstoff gekühlt waren, im Ultrahochvakuum ($p < 10^{-8}$ Torr) aufgedampft worden. Anschließend wurde die Messung möglichst schnell durchgeführt. Dann konnte der Folienträger aufgeheizt und das Kalium abgedampft werden, um so eine weitere Messung mit einer anderen Schichtdicke vorzubereiten. Die Dicke der Folie wurde optisch bestimmt, indem die Transmission bei einer Lichtwellenlänge von 4000 Å gemessen wurde. Bei dieser Wellenlänge stimmen die optischen Daten der verschiedenen Autoren^{3–5} gut überein.

Die Messung der Transmission des parallel und senkrecht zur Einfallsrichtung polarisierten Lichtes ($T_p : T_s$) erfolgte im Wellenlängenbereich von 2600–4000 Å, und zwar für die Winkel zwischen Strahl und Foliennormalen von 30°, 45° und 60°.

In der Abb. 1 sind neben den gemessenen Werten T_p/T_s die Werte eingetragen, die mit Hilfe der Näherung des freien Elektronengases berechnet worden sind. Mit den Werten von $\hbar \omega_p = 3,78$ eV und einer Halbwertsbreite des Verlustes von 0,25 eV konnte die beste Übereinstimmung erzielt werden. Diese Werte stimmen mit den aus Energieverlustmessungen erhaltenen gut überein: 3,72 eV und 0,4 eV⁶. Die geringe Verschie-

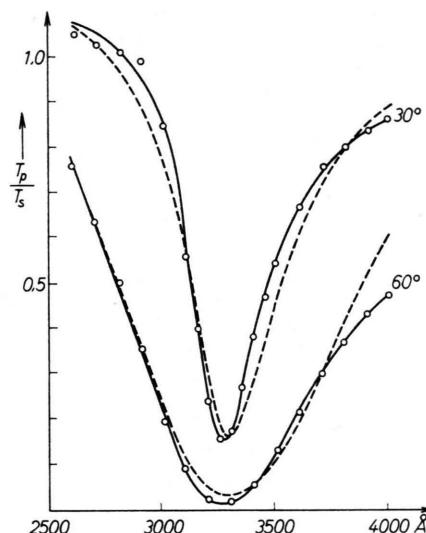


Abb. 1 zeigt als Beispiel die Messung von T_p/T_s für die Winkel von 30° und 60° und einer Schichtdicke von 300 Å ($T = -196$ °C). Gestrichelt sind die berechneten Kurven eingezeichnet.

bung von $\hbar \omega_p$ zu höheren Energien im vorliegenden Fall kann man durch die tiefere Temperatur der Kaliumschicht erklären, bei der die Dichte der Elektronen und damit auch $\hbar \omega_p$ etwas höher liegt. Es besteht eine gewisse Diskrepanz in der Halbwertsbreite des aus optischen Messungen und des aus Energieverlustmessungen bestimmten Wertes. Es ist zu vermuten, daß diese Diskrepanz durch die Eigenschaften der unter verschiedenen experimentellen Bedingungen hergestellten Kaliumschichten verursacht ist, da sich auch in anderen Fällen eine von der Präparation abhängige Größe der Halbwertsbreite des Plasmaverlusts gezeigt hat^{6a}.

Offenbar beruht die an dünnen Kaliumschichten gefundene „vektorabhängige“ Absorption⁷ ebenfalls auf der Plasmaresonanzabsorption; jedoch war hier die Lage des Verlustes sehr stark von der Präparation der Schicht abhängig.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Plasmaresonanzabsorptionsmessung und die Messung des Energieverlustes übereinstimmen, und daß im Kalium das Verhalten der Elektronen mit der Näherung der freien Elektronen wiedergegeben werden kann.

¹ S. YAMAGUCHI, J. Phys. Soc. Japan 17, 1172 [1962]. — A. J. McALISTER u. E. A. STERN, Phys. Rev. 132, 1599 [1963].

² A. EJIRI u. T. SASAKI, J. Phys. Soc. Japan 20, 876 [1965].

³ H. E. IVES u. H. B. BRIGGS, J. Opt. Soc. Am. 26, 238 [1936]; 27, 181 [1937].

⁴ H. MAYER u. M. H. EL NABY, Z. Phys. 174, 280 [1963].

⁵ V. TROST, Diplomarbeit, Clausthal-Zellerfeld 1966; Herrn Professor Dr. H. MAYER danken wir für die Daten.

⁶ C. KUNZ, Phys. Letters 15, 312 [1965].

^{6a} C. v. FESTENBERG, Phys. Letters, im Erscheinen.

⁷ R. FLEISCHMANN, Z. Phys. 174, 104 [1963]. — H. DEICHSEL, Z. Phys. 174, 136 [1963].

