Bemerkungen zu Gruners Arbeit : Einige Bemerkungen zu der Sommerfeld'schen Elektronentheorie der Metalle

Autor(en): **Sommerfeld, Arnold**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **2 (1929)**

Heft VII

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-109458

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bemerkungen zu Gruners Arbeit: Einige Bemerkungen zu der Sommerfeld'schen Elektronentheorie der Metalle

von **Arnold Sommerfeld** (München).

(25. XI. 29.)

In dieser Zeitschrift hat Herr P. Gruner die Grundlagen meiner Elektronentheorie der Metalle in dankenswerter Weise beleuchtet und mit seiner eigenen Arbeit vom Jahre 1909 verglichen. Es liegt mir daran, zu betonen, dass ich seinen Ausführungen vollständig zustimme, insbesondere seiner Bemerkung, dass meine Formeln für den elektrischen und kalorischen Strom allgemeiner sind als die dabei gemachten Voraussetzungen. Es handelt sich um folgendes:

Bei Einführung der freien Weglänge, wurde diese nicht als Konstante l, wie bei Lorentz, sondern als empirisch gegebene Funktion der Geschwindigkeit $l(v)$ behandelt, womit z. B. für kleine v dem Ramsauer-Effekt Rechnung getragen werden sollte. Dieser Ansatz würde genügen, solange wir das Elektron als Korpuskel ansehen dürfen. Wir haben aber inzwischen gelernt, dass das Elektron nicht nur eine *Korpuskel*, sondern auch eine *Welle* ist. Während das Elektron als Korpuskel nur mit dem einzelnen Ion zu tun hat, mit dem es zusammenstösst, reagiert es als Welle auf die Anordnung vieler Ionen im Kristallgitter. Wenn diese Anordnung durch thermische Agitation gestört ist, wird die Elektronenwelle gestreut. Die hierdurch oder durch Verunreinigung erzeugten Gitterfehler wirken auf die Elektronenwelle gerade so, wie auf optische Wellen oder auf Röntgenstrahlen. Mit Rücksicht auf die Wellennatur des Elektrons haben wir also die freie Weglänge nicht als $l(v)$, sondern als $l(v, T)$ anzusehen. Dabei bezieht sich die v-Abhängigkeit auf die Natur des einzelnen Hindernisses, die T-Abhängigkeit auf die Anordnung der Hindernisse und ihrer thermischen Unregelmässigkeiten. Die Sache liegt ebenso wie beim optischen Gitter, wo man zu unterscheiden pflegt zwischen der Beugungswirkung des einzelnen Gitterstriches und dem Beugungseffekt der Anordnung. Letzterer ist für die Gitter-

beugung entscheidend; der von der Beugung im einzelnen Gitterstrich herrührende Faktor bestimmt bekanntlich nur das Intensitätsverhältnis der Maxima verschiedener Ordnung.

Die Arbeit von Houston (ZS. f. Phys. 48, 1928) hat zuerst die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass auch für die Elektronentheorie des Widerstandes die Gitteranordnung die entscheidende Rolle spielt und dass sie insbesondere das Anwachsen des Widerstandes bei hohen Temperaturen befriedigend erklärt. Da der Widerstand proportional zu dem Streuungskoeffizienten der Elektronenwelle und dieser umgekehrt proportional zur freien Weglänge ist, wird bei Houston die freie Weglänge explicite als Funktion der Temperatur dargestellt. Es schien auf den ersten Blick so, als ob dieses Resultat mit meinem ursprünglichen Ansatz $l(v)$, auf den sich auch Houston stützte, unverträglich sei. Aber bald nach Erscheinen meiner Arbeit zeigte Herr Kretschmann (Ann. d. Phys. 48, 1928), wie auch Herr Gruner betont, dass meine Endformeln sich bei fast ungeändertem Verfahren auch unter der allgemeineren Voraussetzung $l(v, T)$ ableiten lassen. Dadurch wird der Widerspruch mit Houston beseitigt und die Wellennatur des Elektrons berücksichtigt. Meine Theorie erhält dadurch denselben Grad der Allgemeinheit wie die naturgemäss viel unbestimmtere, ältere Theorie von Herrn Gruner.

Herr Gruner zitiert Einwände, die von Barlow und Borelius gegen meine Theorie erhoben sind. Ich glaube nicht, dass diese schwerwiegend sind. Dass man mit einer so rohen Approximation, wie sie in der klassischen Theorie von Lorentz oder meiner dieser nachgebildeten Behandlung benutzt wird, nicht alle experimentellen Einzelheiten wiedergeben kann, ist klar. Was man verlangen muss, ist nur die Wiedergabe der typischen Erscheinungen, und diese wird durch meine Theorie und die daran anschliessenden Arbeiten von Houston, R. H. Fowler usw. durchaus erreicht. Dagegen bleibt ein Einwand bestehen, der ernstester Beachtung wert ist. Das Paulische Prinzip, das der Fermi-Verteilung zugrunde liegt, wird beim klassischen Stossansatz nicht berücksichtigt. Das ist für hohe Temperaturen, wo es genug unbesetzte Quantenzustände gibt, nicht schwerwiegend. Aber es muss sich bei tiefen Temperaturen rächen und wird hier meine Ergebnisse wesentlich umgestalten. An diesem Punkt wird zurzeit, wie ich weiss, von verschiedenen Seiten gearbeitet. Eine korrekte Anpassung des Stosszahlenansatzes an das Paulische Prinzip ist bereits in der Leipziger Dissertation von Bloch, Zschr. f. Phys. 52, 1928, enthalten. Ob es nötig ist, von meiner Behandlung so stark abzuweichen, wie dies Bloch zu tun scheint, möchte ich allerdings

bezweifeln. Die Vorstellung von im wesentlichen freien Elektronen scheint mir immer noch das wahre Charakteristikum des Metalles zu sein. HEISENBERGS Behandlung des Ferromagnetismus, die von gebundenen Elektronen ausging, ist inzwischen in einer späteren Arbeit von BLOCH der Vorstellung freier Elektronen angepasst.

München, Institut für theoretische Physik.