
Wolfgang Wernsdorfer, Amir-Abbas Haghighirad, Karlsruher Institut für Technologie

Übungen zur Modernen Experimentalphysik II

Festkörperphysik WS 2021/2022

Besprechung am 04. November 2021

Aufgabe 4

Betrachten Sie eine quadratische Folie der Seitenlänge L und Dicke d , mit einem elektrischen Widerstand ρ . Der Widerstand, der zwischen gegenüberliegenden Kanten der Folie gemessen wird, heißt Flächenwiderstand $R_{\square} = \rho L/Ld = \rho/d$ und sei unabhängig von der Fläche L^2 . Nehmen Sie an, dass der Minimalwert der Stoßzeit durch die Streuung an der Folienoberfläche bestimmt ist, $\tau \approx d/v_F$, mit v_F der Fermigeschwindigkeit. Zeigen Sie für eine monoatomare Metallfolie, dass $R_{\square} \approx \hbar/2e^2$. *Hinweis:* Beachten Sie die örtliche Begrenzung der Elektronen und der 'Unschärfe' die sich statistisch aus den Stößen ergibt. (3 Punkte)

Aufgabe 5: Klassischer Hall Effekt

Ein Halbleiterkristall (20 mm lang, 8 mm breit, 1 mm dick) befindet sich in einem Magnetfeld der Flussdichte 0,1 Tesla, das senkrecht zu den größten Flächen steht.

Für einen Strom von 100 mA, der in der Richtung der Länge des Kristalls fließt, wird über die Breite die Spannung von 3,7 mV gemessen. Wie hoch ist die Dichte der freien Elektronen in diesem Material? Wie groß wäre die Hallspannung, wenn statt des Halbleiters eine Silberprobe verwendet würde? Schätzen Sie für beide Materialien die mittlere Driftgeschwindigkeit der Elektronen ab. (3.5 Punkte)

Aufgabe 6

- (a) Zeigen Sie mit Hilfe der Drude-Theorie, dass bei einem Strom von Ladungen im elektrischen Feld $\vec{E}$ ein Elektron an das Gitter die Energie $\langle u \rangle = (eE\tau)^2/m$ pro Stoß (gemittelt über mehrere Stöße) abgibt. *Hinweis: Um den mittleren Energieverlust pro Stoß zu berechnen, braucht man die Stoß-Wahrscheinlichkeit.*
- (b) Zeigen Sie, dass damit die gesamte Energieabgabe pro Zeit- und Volumeneinheit

$$\left(\frac{ne^2\tau}{m} \right) \cdot E^2 = \sigma \cdot E^2$$

beträgt.

- (c) Zeigen Sie, dass damit die erzeugte Joulesche Wärme in einem Draht $P = I^2R$ ist. R ist der Widerstand des Drahtes und I die Stromstärke.

(3.5 Punkte)