

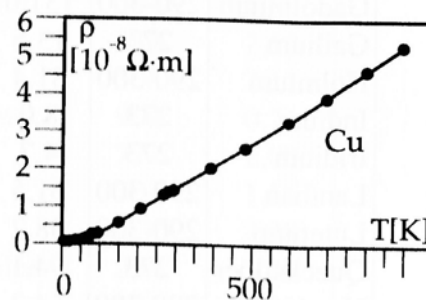
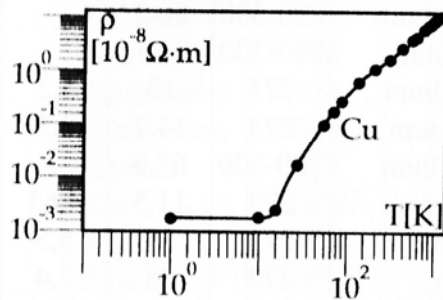
Übungsblatt 10: Termine: 24./ 26./ 27. Januar 2017 (20 P)

Aufgabe 22 Beweglichkeiten und Relaxationszeiten von Elektronen (12P)

Kupfer ist ein Metall mit einem Leitungselektron/Atom. Die Dichte ist $\rho=8.954 \text{ g/cm}^3$. Die molare Masse ist $M_{\text{mol}} = 63.546 \text{ g/mol}$. Die Kristallstruktur ist fcc.

Als Daten für die Leitfähigkeit steht Ihnen folgende Darstellung zur Verfügung:

1. Kupfer



- Berechnen Sie die Ladungsträgerdichte n_e , die Beweglichkeit μ und die Relaxationszeit τ im Rahmen des Drude-Modells bei $T=300\text{K}$. (4P)
- Durch ein Kupferkabel mit 1.5 mm^2 Querschnitt und 10m Länge fließt ein Strom von $I = 10\text{A}$. Wie groß ist das elektrische Feld entlang des Drahtes und wie lange Zeit benötigen die Elektronen über die Strecke von 10m ? (2P)
- Berechnen Sie die Beweglichkeiten $\mu(T)$ und die Relaxationszeiten $\tau(T)$ im Bereich $T=10\text{K}$ bis $T=500\text{K}$ und tragen Sie diese graphisch auf. Die Schrittweite sollte im Bereich $10\text{K} \leq T \leq 100\text{K}$ gerade $10\text{K} \Delta T=10\text{K}$ betragen und im übrigen Bereich $\Delta T=50\text{K}$ betragen. (6P).

Bei allen Rechnungen nehmen Sie an, dass sich die Gitterkonstante und damit die Ladungsträgerdichte nicht mit der Temperatur ändern.

Aufgabe 23 Hall-Effekt in GaAs (8 P)

GaAs ist ein Halbleiter mit einer relativ hohen Beweglichkeit der Ladungsträger im Leitungsband. Die Ladungsträger im Leitungsband können wie quasi freie Elektronen behandelt werden, welche allerdings eine effektive Masse m^* haben.

Die effektive Masse im Leitungsband von GaAs ist $m^* = 0.067 \cdot m$.

Die Ladungsträgerdichte wird durch Dotierung auf $n_e = 1 \cdot 10^{16} \text{ 1/cm}^3$ eingestellt.

Bei $T=300\text{K}$ ist die Beweglichkeit $\mu(300\text{K}) = 8000 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$.

a) Wie groß ist die elektrische Leitfähigkeit $\sigma(300\text{K})$ und die Relaxationszeit $\tau(300\text{K})$? (Im Rahmen des Drude-Modells für Elektronen mit der effektiven Masse m^*). (2P)

b) An einem Halbleiterplättchen mit Länge = 1cm, Breite = 1mm und Dicke = $10\mu\text{m}$ messen Sie den Hall-Effekt. Sie lassen in Längsrichtung einen Strom von $I = 10 \text{ A}$ fließen. Wie groß ist die Driftgeschwindigkeit v_D der Elektronen?

Das Feld $B_0 = 1\text{T}$ stehe senkrecht zum Plättchen. Wie groß ist die Hallspannung
Wie groß ist die Zyklotronfrequenz $\omega_c = 2\pi \cdot f_c$?

Wie groß ist das Produkt aus Beweglichkeit und Feld B_0 ?

Wie groß ist das Produkt $\omega_c \cdot \tau$?

(6P)