

11. Übung zur Einführung in die Festkörperphysik

2012

WS

Ausgabe: 21.12.2012

Abgabe: bis 11.01.2013, 10:15 Uhr, Kästen 246-250

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Halleffekt

3 Punkte

Durch ein Halbleiterplättchen der Länge $l = 2$ cm und der Dicke $d = 1$ mm fließt ein Strom $I = 5$ mA längs des Plättchens. Ein Magnetfeld der Stärke $B = 0.15$ T sei senkrecht zur Plättchenfläche orientiert. Über die Breite $b = 1$ cm wird eine Hallkonstante von $R_H = -2000$ cm³/C gemessen. Zum Stromfluss trage nur eine Sorte Ladungsträger bei.

1. Um welche Ladungsträgersorte handelt es sich und wie groß ist deren Konzentration?
2. Welche Hallspannung U_H wird gemessen?
3. Wie gross sind die Beweglichkeit μ und die Relaxationszeit t dieser Ladungsträger, wenn für den oben angegebenen Strom eine Spannung $U_A = 1$ V angelegt werden musste. (effektive Masse $m^* = 0.2 m_e$)?

Aufgabe 2: Halbleiter II

2 Punkte

Gegeben sei ein idealer, undotierter, dreidimensionaler Halbleiter mit einer Bandlücke $E_g = 1.5$ eV. Berechnen Sie die Lage des chemischen Potentials und die Elektronendichte bei $T = 1000$ K. Für die effektiven Massen gelte $m_h = 0.1 m$ und $m_e = 0.2 m$.

Aufgabe 3: Temperaturabhängigkeit

4 Punkte

Sowohl in reinen, als auch in dotierten Halbleitern ist die Konzentration an Ladungsträgern abhängig von der Temperatur. Gegeben sei nun ein n-dotierter Halbleiter.

1. Skizzieren Sie qualitativ und in geeigneter Auftragung, die Abhängigkeit der Dichte n der freien Elektronen eines reinen n-Halbleiters (nur Donatoren, Dichte N_D) von der Temperatur T . Untersuchen Sie dazu drei charakteristische Bereiche und erklären Sie ihr Zustandekommen.
2. Leiten Sie ohne Berücksichtigung der intrinsischen Ladungsträger die Gleichung

$$n(T) = \frac{2N_D}{1 + \sqrt{1 + 4N_D/n_0 \cdot \exp(E_g/k_B T)}} \quad (1)$$

her mit $n_0 = 2\left(\frac{m_e k_B T}{2\pi\hbar^2}\right)^{3/2}$.

3. Zeigen Sie, dass diese Formel für hohe bzw. niedrige Temperaturen zwei der drei charakteristischen Bereiche beschreibt.

Frohe Weihnachten und einen guten Rutsch ins neue Jahr!