UNIVERSITÄT DORTMUND

Prof. Dr. D. Suter

Ausgabe: Do, 19.01.2006

Abgabe : Di, 24.01.2006 bis 10^{00}

12. Übungsblatt zur Vorlesung "Einführung in die Festkörperphysik"

Aufgabe 1

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 cm^3/C gemessen. Zum Stromfluss trage nur eine Sorte Ladungsträger bei.

a) Um welche Ladungsträgersorte handelt es sich und wie gross ist deren Konzentration? Welche Hallspannung U_H wird gemessen?

b) Wie gross sind die Beweglichkeit μ und die Relaxationszeit τ dieser Ladungsträger, wenn für den oben angegebenen Strom eine Spannung U_A = 1 V angelegt werden musste (effektive Masse m^* = 0.2 m)?

Aufgabe 2

Ein InSb-Kristall (Halbleiter, Bandlücke E_g = 0.23 eV) wird mit Photonen der Energie 0.5 eV bestrahlt. Dabei werden Elektron-Loch Paare durch direkte Übergänge in der Nähe der Brillouinzonen-Mitte erzeugt.

a) Berechnen Sie die Energien (gemessen von der Bandkante) und Impulse für angeregte Elektronen bzw. Löcher. In der Nähe der Brillouinzonen-Mitte sind die Bänder in guter Näherung parabolisch. Für die Elektronen im Leitungsband gilt $m_e^* = 0.014\, m$ und für die Löcher im Valenzband $m_h^* = 0.4\, m$.

b) Berechnen Sie die Zyklotronfrequenzen für die angeregten Elektronen und Löcher in einem Magnetfeld der Stärke 0.5 T. Da beide Bänder um k = 0 eine parabolische Dispersion haben, gilt: $m_c = m^*$ (Zyklotronmasse = effektive Masse).

Aufgabe 3

Für das mittlere magnetische Moment eines Atoms im Quantenzustand L, S und J gilt in einem externen Feld der Stärke B_0 bei der Temperatur T:

$$<\mu_z> = g \cdot \mu_B \cdot J \cdot B_J(\eta)\,.$$

Für die Brillouinfunktion gilt:

$$B_J(\eta) = \frac{1}{J}\left\{\frac{2J+1}{2}\coth(\frac{2J+1}{2J}\eta) - \frac{1}{2}\coth(\frac{1}{2J}\eta)\right\}.$$

Zeigen Sie, daß die Brillouinfunktion im Grenzfall $\eta << 1$ einen linearen Verlauf $B_J(\eta) \cong \frac{J+1}{3J}\eta$ aufweist, während sie sich für $\eta >> 1$ gemäß $B_J(\eta) \cong 1 - \frac{1}{J}\exp(-\eta)$ asymptotisch dem Wert 1 nähert. [$\eta = (g \cdot \mu_B \cdot J \cdot B_0)/(k_B T)$]