

10. Übung zur Einführung in die Festkörperphysik

2012

WS

Ausgabe: 14.12.2012

Abgabe: bis 21.12.2012, 10:15 Uhr, Kästen 246-250

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Effektive Masse

3 Punkte

Die Leitungselektronen-Wechselwirkung mit einem (periodischen) Gitterpotential führt zu einer Bandstruktur $E(k)$.

- a) Zeigen Sie, dass hieraus ein symmetrischer effektiver Massen-Tensor m^* für die Leitungselektronen resultiert, für dessen (i, j) -Komponente gilt:

$$\frac{1}{m_{ij}^*} = \frac{1}{\hbar^2} \cdot \frac{\partial^2 E(k)}{\partial k_i \partial k_j} \quad (1)$$

- b) Zeigen Sie, dass für freie Elektronen $m_{ij}^* = m_e$ gilt.

Aufgabe 2: Quasi-freie Elektronen

3 Punkte

Berechnen Sie für die Näherung Quasi-freier Elektronen den Verlauf von $E_{\pm}(k)$ in der Umgebung der 1. Brillouin-Zone (Zonenrand). Zeigen Sie, dass der k -Verlauf proportional zu δk^2 ist. ($\delta k = k - G/2$).

Aufgabe 3: Halbleiter

3 Punkte

Gegeben ist sei ein Halbleiter mit den Energieniveaus E_V für das Valenzband, E_L für das Leitungsband und μ für das Fermi-niveau. Die Bandlücke sei definiert als $E_G = E_L - E_V$.

- a) Skizzieren und erläutern Sie die Bandstruktur eines direkten und indirekten Halbleiters.
- b) Berechnen Sie die Elektronenkonzentration n und die Löcherkonzentration p von Germanium bei $T = 300$ K. ($E_G = 0,66$ eV ; $m_n^* = 0,56m_e$; $m_p^* = 0,29m_e$)
- c) Wie hoch müsste die Temperatur von GaAs (bei $T = 300$ K: $E_G = 1,42$ eV ; $m_n^* = 0,067m_e$; $m_p^* = 0,47m_e$) sein, damit es der Ladungsträgerkonzentration von Aufgabenteil b) entspricht? Kommentieren Sie das Ergebnis.