

Übungen zur Einführung in die Festkörperphysik SS14

Vorlesung: Prof. S.F. Fischer; Übungen: Dr. R. Mitdank, S. Weidemann

Aufgaben zur 11. Übung – Besprechung am 03.07.14



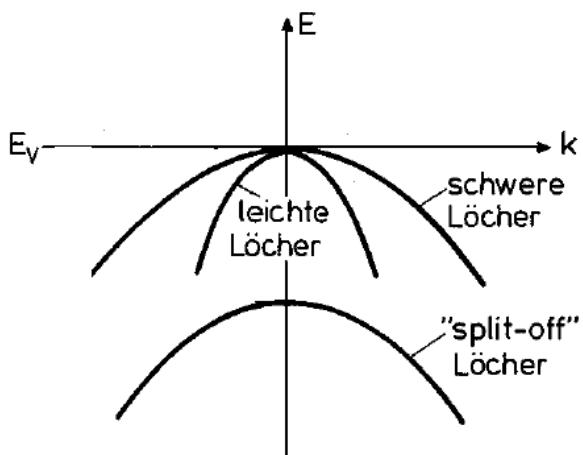
37. Massen in Silizium (Leitungsband)

Für Elektronen im Leitungsband gilt (für $T = 1,4 \text{ K}$): $m_{11} = 0,19m_e$, $m_{22} = 0,19 m_e$, $m_{33} = 0,91 m_e$.

- Berechnen Sie die Zustandsdichtemasse.
- Berechnen Sie die Leitfähigkeitsmasse.
- Berechnen Sie die Zyklotronmassen für die Lage des Magnetfeldes parallel zu den Hauptachsen des Tensors der effektiven Masse.

Valenzband Silizium

Die Abbildung zeigt (vereinfacht) das Valenzband von Silizium, das sich aus drei Unterbändern zusammensetzt.



- Geben Sie einen Ausdruck für die Zustandsdichte $D_p(E)$ der Löcher an der Valenzband-Oberkante an; dabei sollen nur die "schweren" ($m_{ps} = 0.49 m_e$) und "leichten" ($m_{pl} = 0.16 m_e$) Löcher der beiden obenliegenden Unterbänder berücksichtigt werden.

- Schreiben Sie die Zustandsdichte in der Form

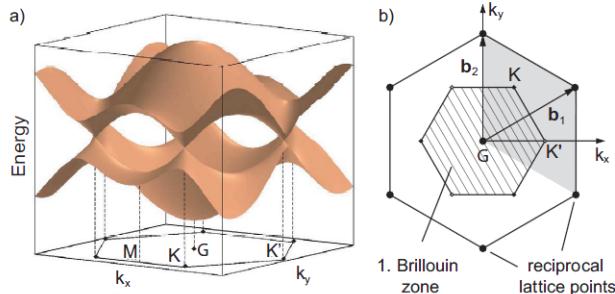
$$D_p(E) = \frac{1}{4\pi^2} \left(\frac{2m_{p,res}}{\hbar^2} \right)^{3/2} (E_V - E)^{1/2} dE$$

und berechnen Sie die resultierende effektive Masse $m_{p,res}$.

38. Tight binding - Graphen

Die Bandstruktur von Graphen wurde mittels der tight binding Approximation wie folgt berechnet:

$$FB E_{+,-}(\vec{k}) = \pm \gamma \sqrt{1 + 4 \cos^2[k_x a/2] + 4 \cos[k_x a/2] \cos \sqrt{3}[k_y a/2]}$$



- a) Auf welchen Grundannahmen beruht die tight binding (oder LCAO) Methode?
- b) An welchen Stellen ($k_x = 0, k_y = 0$) verschwindet das Gap zwischen E_+ und E_- ?
- c) Zeigen Sie, dass in der Nähe der Berührungsstellen $k_x = 0, k_y = 0$ die Bandstruktur linear ist, d.h. $E(k_x) \sim \delta k_x$.

39. Thermospannung und Gradient des chemischen Potentials

Gegeben sei ein Kupferdraht, dessen eines Ende eine Temperatur von 300 K hat. Das zweite Ende ist 1 K wärmer. Die Fermitemperatur von Cu beträgt 81000 K.

- a) Welche Thermospannung tritt allein durch die Abhängigkeit des chemischen Potentials von der Temperatur am Draht auf?
- b) Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Wert der Thermokraft für Kupfer (bzgl. Platin) von $6,5 \mu\text{V/K}$.
- c) Berechnen Sie die Seebeckspannung mittels der quasiklassischen Beziehung

$$S = -\frac{\pi^2}{2} \frac{k_B}{e} \frac{T}{T_F}$$

- d) Geben Sie die resultierende Thermospannung aus der Überlagerung der in den Teilaufgaben a) und c) ermittelten Spannungswerte an.

40. Drift- und Fermigeschwindigkeit (Drude- und Sommerfeldmodell)

Kupfer kristallisiert in einer fcc-Struktur mit der Gitterkonstanten $a = 0,36 \text{ nm}$, und es wird 1 Leitungselektron pro Atom abgegeben.

- a) Man berechne die Driftgeschwindigkeit v_d der Leitungselektronen in einem Kupferdraht von $d = 1 \text{ mm}$ Durchmesser, wenn ein Strom von $I = 10 \text{ A}$ fließt.
- b) Man berechne die Fermigeschwindigkeit v_F der Leitungselektronen in Cu und bilde das Verhältnis v_F/v_d . Was lässt sich zur Größe dieses Verhältnisses sagen?
- c) Berechnen Sie die Beweglichkeit der Leitungselektronen und die mittlere freie Weglänge.