

Halbleiterphysik

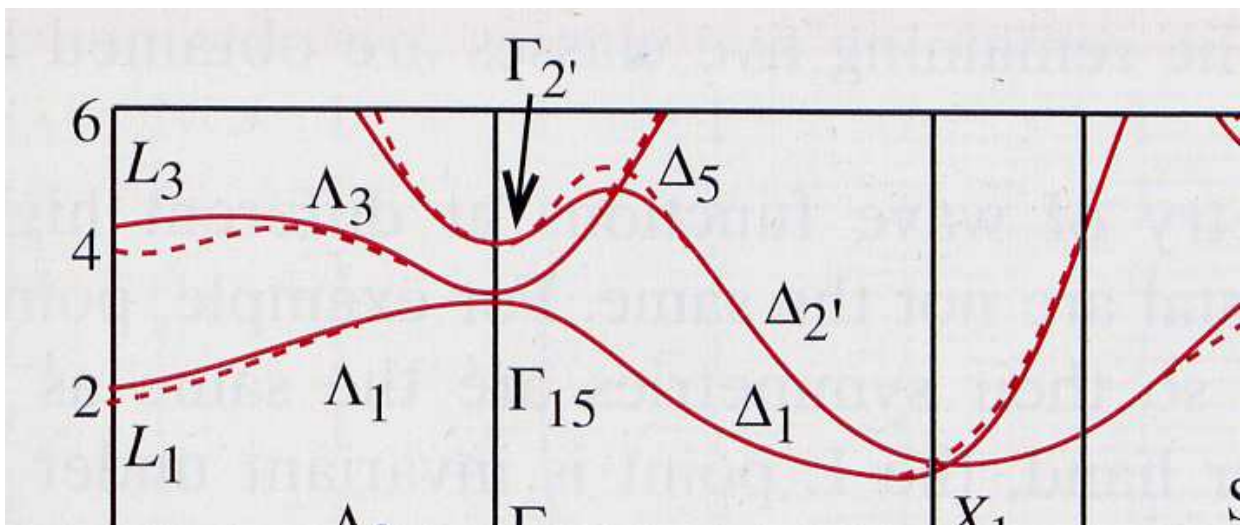
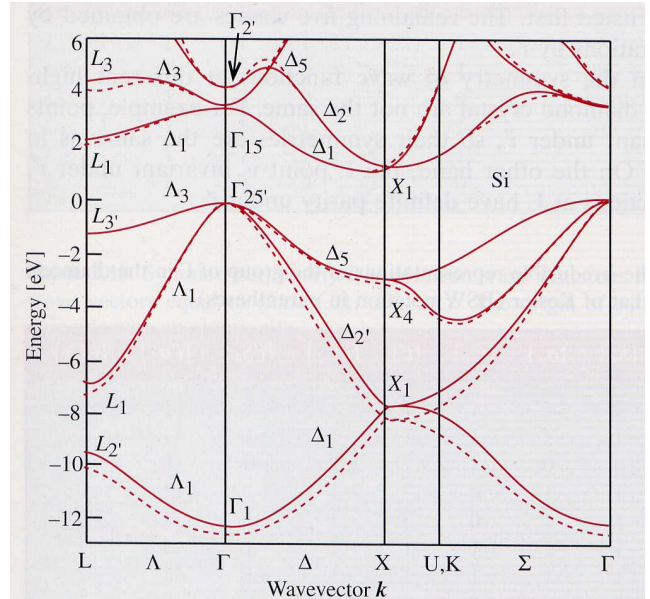
Übungsblatt 4 vom 5.05.2013

Aufgabe 1: Bandstruktur und Zustandsdichten im Bereich von Bandextrema

Die Skizze auf der rechten Seite und der Ausschnitt unten zeigen die Bandstruktur von Silizium. Das Minimum des Leitungsbandes mit Energie E_0 liegt bei \vec{k}_0 auf der Δ -Linie nahe dem X-Punkt, der auf dem Rand der Brillouin Zone angesiedelt ist.

In einem lokalen Koordinatensystem in \vec{k}_0 mit z-Achse parallel zur (100)-Richtung im reziproken Raum besitzt die Bandstrukturfunktion $E(\vec{k})$ für kleine Argumente $|\vec{k}|$ eine uniaxiale Symmetrie.

Benutzen Sie im Folgenden die Angaben und Lösungen des Übungsblatts 2 für die Abmessungen innerhalb der Brillouin-Zone und den Wert 543 pm für die kubische Gitterkonstante von Silizium.



- Bestimmen Sie auf der Basis der Skizze oben die Bandstrukturfunktion in der Nähe des Leitungsbandminimums in quadratischer Näherung. Benutzen Sie die Darstellung der Bandstruktur längs des Weges von X nach U (gestrichelte Linie) als Näherung für $E(\mathbf{k}) = E(k_x, 0, 0) = E(0, k_y, 0)$
- Die so genannten effektiven Massen des Bandes sind bis auf einen Faktor \hbar^2 gleich den reziproken Richtungskrümmungen der Bandstrukturfunktion:

$$m_l^{-1} = \frac{1}{\hbar^2} \cdot \frac{\partial^2 E}{\partial k_z^2} \quad \text{und} \quad m_t^{-1} = \frac{1}{\hbar^2} \cdot \frac{\partial^2 E}{\partial k_x^2} = \frac{1}{\hbar^2} \cdot \frac{\partial^2 E}{\partial k_y^2}$$
Vergleichen Sie die beiden effektiven Massen des Leitungsbandes mit der Ruhemasse m_e des freien Elektrons! (Benötigte Zahlenangaben: $h \cdot c = 1240 \text{ nm} \cdot \text{eV}$, $m_e \cdot c^2 = 511 \text{ keV}$)
- Welche Form haben die Flächen konstanter Energie in der Umgebung von \vec{k}_0 ?
- Berechnen Sie die Zustandsdichte $D(E - E_0)$ im Bereich der Leitungsbandkante, d.h. für hinreichend kleine Argumente $E - E_0$, in Einheiten von $\text{cm}^{-3}(\text{eV})^{-1}$!