

Übungsblatt 7

Ausgabe 1.06.2015, Abgabe: 08.06.2015, 10:15 Uhr (vor der Vorlesung), Hörsaal AP

Übungsgruppe:

Teilnehmer 1:

Gruppenleiter:

Teilnehmer 2:

Aufgabe	15	16	Σ
mögliche Punkte	7	3	10
erreichte Punkte			

Aufgabe 15: Dispersionsrelation im Modell quasifreier Elektronen

Bei einem kubisch flächenzentrierten Gitter mit der Gitterkonstanten a lautet im Modell quasifreier Elektronen die Gleichung für die Dispersionszweige der Elektronenenergien im reduzierten Zonenschema

$$E(\vec{k}) = \frac{\hbar^2 (\vec{k} + \vec{G})^2}{2m_e}$$

$$= \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\left[k_x + \frac{2\pi}{a} (-h_1 + h_2 + h_3) \right]^2 + \left[k_y + \frac{2\pi}{a} (h_1 - h_2 + h_3) \right]^2 + \left[k_z + \frac{2\pi}{a} (h_1 + h_2 - h_3) \right]^2 \right)$$

- Berechnen Sie die Dispersion der vier niedrigsten Bänder in der ersten Brillouin-Zone in der Richtung vom Γ - zum L-Punkt. Geben Sie die Entartung der Bänder an.
- Zeichnen Sie die in a) berechneten Bänder.
- An welchen Stellen erwarten sie Aufspaltungen der Bänder? Vergleichen sie die so bestimmte Bandstruktur mit wesentlichen Merkmalen der Aluminium-Bandstruktur im Wurth-Skript, Teil 10, S. 3 (Abb. 8.20 des Lehrbuchs *Festkörperphysik* von Gross und Marx).
- Wie groß ist für ein Metall mit der Wertigkeit Z das Verhältnis der Fermi-Energie E_F zur Energie E_0 des untersten Bandes am X-Punkt? Zeichnen Sie die Fermi-Energien für $Z = 1-8$ in das Bild von (b) ein!

Punkte: 2+2+2+1 = 7

Aufgabe 16: Modell für stark gebundene Elektronen

- Beschreiben Sie die wesentlichen Annahmen des Modells für stark gebundene Elektronen („Tight-Binding Model“). Nennen Sie dabei mindestens zwei konkrete Näherungen.
- Was bestimmt im Modell stark gebundener Elektronen die Breite eines Bandes?
- Leiten Sie für einen eindimensionalen Kristall mit der Gitterkonstante a im Modell stark gebundener Elektronen die Dispersionsrelation für kleine Wellenvektoren $|ka| \ll 1$ her. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Dispersionsrelation eines freien Elektronengases. Wie hängt die effektive Masse vom Austauschintegral ab?

Punkte: 1+1+1 = 3