
Übungsblatt 8: Termine: 10./ 12./ 13. Januar 2017 (26 P)

Aufgabe 18 Eindimensionale Bandstruktur (12P)

In einem Forschungsvorhaben stellen Sie ein eindimensionales Metall mit einem periodischen Gitterabstand von $a = 300$ pm her. Pro Gitterplatz hat dieses Metall ein freies Elektron.

- Wie sieht das Ortsgitter aus (Linie entlang x-Richtung)? Konstruieren Sie die reziproken Gittervektoren \underline{G} . Zeichnen Sie die 1. Brillouin-Zone ein. (2P)
- Wie groß ist die Zustandsdichte $g_{1D}(E)$ dieses Festkörpers? Angabe in Zustände pro m und pro eV. (2P)
- Welchen Wert hat das Fermi-Niveau (elektrochemisches Potential $\mu(T=0K)$ in eV? (2P)
- Zeichnen Sie quantitativ die $\varepsilon(k)$ Beziehung über einen Bereich bis $\varepsilon_{\max} = 30$ eV. (2P)
- Nutzen Sie die Periodizität $\varepsilon(k-G) = \varepsilon(k)$ aus und zeichnen Sie die Bandstruktur $\varepsilon(k)$ nur in der ersten Brillouinzone (reduziertes Zonenschema) bis zu einer Maximalenergie von 30 eV. G ist ein Gittervektor des reziproken Gitters. (4P)

Aufgabe 19: 2D-Zustandsdichte (14P)

Die Zustandsdichte für Elektronen im 2-dimensionalen Elektronengas ist konstant.

$$g(E) = \frac{m}{\pi \cdot \hbar^2}$$

- Berechnen Sie das Fermi-Niveau $E_F = \mu(T=0K)$ in Abhängigkeit der Dichte n_{2D} .

Welchen Wert hat E_F für $n_{2D} = 1e^{13} \text{ cm}^{-2}$. (2P)

- Für diesen Wert des Fermi-Niveaus zeichnen Sie die Fermi-Dirac-Verteilungsfunktion für $T=10K$, $T=100K$, und $T=300K$ im Bereich $0 \leq E \leq 0.2eV$. (2P)
- Wohin muss man das elektrochemische Potential $\mu(T)$ bei $T=10K$, $T=100K$ und $T=300K$ schieben, damit alle Elektronen "untergebracht" werden können? (4P)

d) Berechnen Sie analytisch den Wert des elektrochemischen Potentials $\mu(T)$ für die angegebenen Werte als Funktion der Temperatur T. (4P)

Zeichnen Sie $\mu(T)$ im Bereich 1K bis 350 K. ($\mu(T)$ in meV) (2P)

Für die Rechnungen können Sie folgendes Integral benutzen:

$$F_0(x) = \int_0^{\infty} \frac{dt}{\exp(t-x) + 1} \quad F_0(x) = \ln(1 + \exp(x))$$