

Übungen zur Einführung in die Festkörperphysik SS14

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

Aufgaben zur 9. Übung – Besprechung am 18.06.14



26. Freies Elektronengas – kinetische Energie und Fermienergie

Man berechne die gesamte kinetische Energie eines freien Elektronengases bei $T = 0$ K. Drücken Sie das Ergebnis als Funktion der Fermienergie E_F und der Gesamtzahl der Elektronen N aus.

30. Wärmeleitung in Silber

Silber besitzt eine fcc-Struktur mit der Gitterkonstante $a_0 = 0,409$ nm. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt $\sigma = 6,8 \cdot 10^7$ S/m. Die Fermienergie beträgt $E_F = 5,4$ eV.

- Berechnen Sie die Elektronendichte von Silber unter der Voraussetzung, dass jedes Silberatom mit einem Elektron zur Leitfähigkeit beiträgt.
- Berechnen Sie die Fermigeschwindigkeit von Silber.
- Berechnen Sie die mittlere freie Weglänge Λ .
- Man berechne die Wärmeleitfähigkeit in Silber bei Raumtemperatur (300 K). Verwenden Sie für die mittlere freie Weglänge der Elektronen den Betrag $\Lambda = 58$ nm.
- Berechnen Sie die Wärmeleitfähigkeit unter Anwendung des Wiedemann-Franz'schen Gesetzes

31. Quasifreie Elektronen im Gitter

Gegeben sei ein Metall mit einer Ladungsträgerkonzentration von $n = 8 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Die mittlere „Lebensdauer“ τ eines Elektrons betrage $\tau = 3 \cdot 10^{-14}$ s. Pro Atom wird ein Elektron an das Fermi-Gas abgegeben.

- Man berechne die Fermienergie E_F , die Fermitemperatur T_F , die Fermigeschwindigkeit v_F , den Wellenvektor der Elektronen an der Fermienergie k_F , und die mittlere freie Weglänge l_F numerisch.
- Man berechne das Volumen V_F der Fermi-Kugel und drücke es aus in Einheiten des Volumens der Elementarzelle eines Kristalls mit einem sc-Gitter und einem freien Elektron pro Elementarzelle. Man vergleiche V_F mit dem Volumen der 1. Brillouin-Zone des sc-Gitters.

32. Effektive Masse in parabolischer Näherung

Ein Leitungsband lässt sich näherungsweise durch $E(k) = E_0 - (E_1/2)\cos(ak)$ beschreiben. E_1 sei 5 eV und $a = 0,5$ nm. Bestimmen Sie

- die effektive Masse $m^*(k)$ und
- die Gruppengeschwindigkeit $v(k)$ eines Kristallelektrons in diesem Band.
- Stellen Sie $E(k)$, $v(k)$ und $m^*(k)$ im Bereich $0 \leq k \leq \pi/a_0$ grafisch dar.