

9. Übungsblatt zur Vorlesung "Einführung in die Festkörperphysik"

Aufgabe 1

Für N wechselwirkungsfreie Elektronen im Volumen V (Dichte $n = N/V$) erhält man für die Fermienergie E_F und die Gesamtenergie E bei $T = 0$ K:

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3}; E = \frac{3}{5} N E_F$$

- a) Berechnen Sie den Druck p und die Kompressibilität $\beta = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p} \Big|_T$ des Elektronengases bei $T = 0$ K.
- b) Geben Sie die entsprechenden Zahlenwerte für Natrium an (Dichte 0.97 g/cm^3 , Atomgewicht 23, einwertig).

Aufgabe 2

Berechnen Sie den Beitrag des freien Elektronengases zur spezifischen Wärme $c_v = \frac{\partial \Delta U}{\partial T}$

- a) für einen 1-dimensionalen Leiter
b) für einen 2-dimensionalen Leiter

jeweils unter der Voraussetzung, daß die Fermi-Energie nicht von der Temperatur abhängt, d.h. $T \ll T_F$. Unter dieser Voraussetzung kann $D(E)$ durch seinen Wert bei E_F ersetzt werden.

Aufgabe 3

Berechnen Sie für metallisches Natrium bei Zimmertemperatur

- a) die Zeit τ zwischen zwei Streuprozessen eines Elektrons
b) die Fermi-Geschwindigkeit v_F
c) die mittlere freie Weglänge λ
d) die mittlere Driftgeschwindigkeit der Elektronen in einem elektrischen Feld $E = 100 \text{ V/m}$.

Anmerkung: spez. Widerstand $\rho_{\text{Na}}(300\text{K}) \cong 4.9 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$; $T_F = 3.7 \cdot 10^4 \text{ K}$; 1 Leitungselektron pro Atom; $M = 23 \text{ amu}$; $\Theta_D = 158 \text{ K}$

Frohe Weihnachten und
einen guten Rutsch ins Neue Jahr!

