

8. Übungsblatt zur Vorlesung "Einführung in die Festkörperphysik"Aufgabe 1

Zeigen Sie, daß in Debye'scher Näherung die Wärmekapazität eines 2-dimensionalen Gitters aus identischen Atomen für tiefe Temperaturen ( $T \ll \Theta_D$ ) proportional zu  $(T/\Theta_D)^2$  ist. Hierbei ist

$$\Theta_D = \hbar \omega_{\max}/k_B . \quad \text{Anmerkung: } \int_0^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^3}{12.9}$$

Aufgabe 2

Die thermische Ausdehnung eines kristallinen Festkörpers wird durch die Anharmonizität der Bindungsenergie zwischen den Atomen bestimmt, welche in erster Näherung wie folgt dargestellt werden kann:  $U(\rho \equiv r - r_0) = a \rho^2 - b \rho^3$   $a, b > 0$ .

$$U(\rho \equiv r - r_0) = a \rho^2 - b \rho^3 \quad a, b > 0.$$

Berechnen Sie mit Hilfe dieses Ansatzes die thermische Ausdehnung  $\alpha(T) = \langle \rho \rangle / r_0$ .

Anmerkung:  $\langle \rho \rangle$  ist der klassische Mittelwert und für kleine Anharmonizität gilt  $b \rho^3 \ll kT$ .

Aufgabe 3

Berechnen Sie die mittlere freie Weglänge für Phononen in Gold (Dichte: 19.28 g/cm<sup>3</sup>). Gegeben sind die spezifische Wärmekapazität  $C=380 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  und die Wärmeleitung  $\lambda=380 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Nehmen Sie für den Diffusionsprozeß an, daß die mittlere Phasengeschwindigkeit  $v$  einer Welle in  $\langle 100 \rangle$ -Richtung zugrunde gelegt werden kann (siehe Aufgabe 1, Übung 6).

Wie groß ist die mittlere Zeit zwischen zwei Stößen?

$$\text{Anmerkung: Für die mittlere Phasengeschwindigkeit gilt: } \frac{3}{v^3} = \frac{1}{v_L^3} + \frac{1}{v_{T1}^3} + \frac{1}{v_{T2}^3}$$

Aufgabe 4

Die Lösung der Schrödingergleichung eines wechselwirkungsfreien Elektrons ist gegeben durch

$$\Psi_k(\vec{r}) = C \prod_{i=1}^3 \exp(j\vec{k}_i \vec{r}_i).$$

Berechnen Sie die Normierungskonstante C für ein endliches Volumen V, wenn

- periodische Randbedingungen vorliegen.
- feste Randbedingungen existieren, d.h. das Elektron befinde sich in einem Würfel der Kantenlänge L.