6. Übungsblatt zur "Festkörperphysik für Bachelor" WS 2009/10

M. Wolf/A. Melnikov

Ausgabe: 24. 11. 2009

Abgabe: Dienstag, den 1. 12. 2009 (vor der Vorlesung)

1. Periodische Randbedingungen (6 P)

Periodische Randbedingungen in einem endlichen Gitter führen zu diskreten Werten der möglichen Wellenvektoren im reziproken Raum. Betrachten Sie eine periodisch fortgesetzte lineare Kette der Länge 1 cm aus Kupfer-Atomen im Abstand $a = 3,6 \text{ \AA}$ (verbunden durch harmonische Kräfte mit der Kraftkonstante $C = 50 \text{ N/m}$).

- Berechnen Sie den Betrag des kleinsten möglichen Wellenvektors $q_{\min}$ (in $\text{\AA}^{-1}$) und die zugehörige Kreisfrequenz $\omega_{\min}$ (in s^{-1}). Wie ändern sich $q_{\min}$ und $\omega_{\min}$ bei einer Verdopplung der Kettenlänge?
- Wie groß ist die entsprechende Energie $\hbar\omega$ in Elektronenvolt? Vergleichen Sie diese mit der typischen Energie von Phononen in Kupfer (Debye Temperatur $\Theta_D = 343 \text{ K}$)

2. Spezifische Wärme (6 P)

- Begründen Sie, warum die Modelle von Einstein und Debye zum Beitrag der Phononen zur spezifischen Wärme denselben Hochtemperatur-Grenzwert liefern.
- Ein Halter aus Kupfer, auf den Proben für Messungen der spezifischen Wärme montiert werden, hat eine Masse von 1 g. Wie groß ist der Hochtemperaturwert der Wärmekapazität des Halters?
- Die Debye Temperatur von Kupfer beträgt 330 K. Berechnen Sie die phononische Wärmekapazität des in b) beschriebenen Kupferhalters bei 1 K

3. Thermische Ausdehnung (6 P)

In einem Beugungsexperiment an einem Kupfer-Einkristall wird bei $T = 300 \text{ K}$ ein scharfer Bragg-Peak bei einem Winkel von $25,23^\circ$ beobachtet. Erwärmt man den Kristall auf 500 K tritt dieser Bragg-Reflex bei einem Winkel von $25,14^\circ$ auf. Berechnen Sie aus diesen Daten den linearen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = l^{-1} dl/dT$ von Kupfer. Begründen Sie warum der thermische Ausdehnungskoeffizient α im Limes $T \rightarrow 0$ verschwindet.