

Übungsaufgabenblatt VI

Experimentalphysik V, WS 2015/16

Prof. Grundmann

Ausgabe: 23. 11. 2015

Abgabe: **30. 11. 2015, 13:00 Uhr**

- 18.** Die Energie optischer Phononen in einem Kristall mit zweiatomiger Basis sei einheitlich $\hbar\omega = 30 \text{ meV}$ und unabhängig von k (Einstein-Modell). Wie groß ist ihr Beitrag zur molaren Wärmekapazität bei $T = 300 \text{ K}$?
- [3 Punkte]**
- 19.** Zur Berechnung der Wärmekapazität eines Festkörpers nutzt man i.d.R. die Debye-Theorie, welche hier mit der klassischen Theorie verglichen werden soll.
- Wie groß ist nach klassischer Theorie der Wärmekapazität die thermische Energie $U(T)$ für ein Mol Kupfer bei $T = 300 \text{ K}$? (Nutzen Sie für Ihre Berechnung $\Theta_D(\text{Cu}) = 340 \text{ K}$).
[2 Punkte]
 - Berechnen Sie die thermische Energie mittels Debye-Theorie und vergleichen den Wert mit dem klassischen Wert aus a). (Hinweis: Nähern Sie die Debye-Kurve durch Geraden.)
[3 Punkte]
 - Schätzen Sie die Auslenkung der Kupferatome bei $T = \Theta_D$ ab und vergleichen den Wert mit dem Abstand der Atome. Ist das Lindemann'sche Schmelzkriterium erfüllt?
[4 Punkte]
 - Zusatzaufgabe: Die Dichte von Cu beträgt $\rho = 8,93 \text{ g/cm}^3$; die molare Masse ist $M = 63,55 \text{ g/mol}$; die Schallgeschwindigkeit ist $v_L = 4760 \text{ m/s}$ bei longitudinaler und $v_T = 2325 \text{ m/s}$ bei transversaler Polarisation der Welle. Berechnen Sie mit Hilfe dieser Werte die Debye-Frequenz und die Debye-Temperatur von Cu.
[4 Punkte]
- 20.** Wir betrachten einen aus einzelnen Schichten zusammengesetzten Kristall (wie z.B. Graphit) mit einer starken Bindung der Atome innerhalb einer Schicht, so dass die Atombewegungen auf die Schichtebenen eingeschränkt sind.
- Zeigen Sie, dass die Wärmekapazität aufgrund von Phononen in der Debye-Näherung für tiefe Temperaturen proportional zu T^2 ist.
[3 Punkte]
 - Nehmen Sie nun an, wie es tatsächlich in vielen Schichtsystemen eintritt, dass benachbarte Schichten schwach gekoppelt sind (schwache Bindung aufweisen). Welche Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität erwarten Sie für extrem tiefe Temperaturen? Begründen Sie Ihre Erwartung!
[2 Punkte]