

## 5. Übungsblatt zur "Festkörperphysik für Bachelor" WS 2009/10

M. Wolf/A. Melnikov

**Ausgabe: 17. 11. 2009**

**Abgabe: Dienstag, den 24. 11. 2009 (vor der Vorlesung)**

---

### 1. Inelastische Neutronenstreuung (5 P)

Ein Neutronenstrahl mit einer Wellenlänge von  $3,5 \text{ \AA}$  trifft entlang der  $[100]$ -Richtung auf einen monoatomaren, einfach kubischen Kristall mit Gitterkonstante  $a = 4,25 \text{ \AA}$ . Es werden Neutronen mit einem Impuls entlang der  $[111]$ -Richtung und einer Wellenlänge von  $2,33 \text{ \AA}$  nachgewiesen, die jeweils an einem Kristallphonon gestreut worden sind.

- Gibt es in diesem Kristall optische Phononen?
- Berechnen Sie die Frequenz  $f = \omega/2\pi$  des Phonons. Wurde es absorbiert oder emittiert?
- Bestimmen Sie den (bzw. die) an der Streuung beteiligten möglichen reziproken Gittervektor(en)  $\mathbf{G} = h\mathbf{g}_1 + k\mathbf{g}_2 + l\mathbf{g}_3$ , so dass der zugehörige Phononen-Impuls  $q$  innerhalb der 1. Brillouin-Zone liegt. Wie groß ist jeweils der Phononen-Impuls  $q$ ?

### 2. Zustandsdichte (6 P)

- Berechnen Sie die Zustandsdichte  $Z(\omega)$  für die einatomige Kette für den Fall der harmonischen Kopplung nur zwischen nächsten Nachbarn.
- Wie sieht der Verlauf von  $Z(\omega)$  qualitativ aus, wenn zusätzlich die zweitnächsten Nachbarn mit gleicher Stärke harmonisch gekoppelt sind?

### 3. Debye-Modell (7 P)

- Berechnen Sie die Zustandsdichte  $Z(\omega)$  im Rahmen der Debye Theorie in 2 und 3 Dimensionen, d.h. für ein quadratisches und ein kubisches Gitter mit jeweils  $N$  Atomen. Skizzieren Sie jeweils den Verlauf von  $Z(\omega)$  als Funktion von  $\omega$ .
- Berechnen und skizzieren Sie jeweils die spezifische Wärme in der Näherung tiefer Temperaturen.