

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2009/2010)

A. Ustinov / G. Fischer

Übungsblatt 6

Besprechung am 3. Dezember 2009

Aufgabe 1

Neutronen der Wellenlänge $\lambda_0 = 1.80 \text{ \AA}$ werden an einem LiF Kristall gestreut (fcc Gitter, $a = 4.02 \text{ \AA}$) und verlassen den Kristall mit der Wellenlänge $\lambda = 1.15 \text{ \AA}$. Der einfallende Neutronenstrahl ist in der $[100]$ -Richtung und wird in der (001) Ebene um 30° gestreut.

- Warum können Sie für diese Streuprobem nicht die Ewaldkonstruktion verwenden?
- Werden Phononen erzeugt oder vernichtet?
- Berechnen Sie die Frequenz der Phononen (Energie $E = \hbar\omega$) unter der Annahme, dass pro gestreutem Neutron nur ein Phonon teilnimmt (Ein-Phonon-Streuung).
- Berechnen Sie den Streuvektor und skizzieren Sie den Streuvorgang im reziproken Raum.
- Geben Sie den Phononwellenvektor in SI-Einheiten an, der an diesem Streuvorgang teilnimmt.

Aufgabe 2

Ein Laserstrahl der Wellenlänge $\lambda = 694 \text{ nm}$ durchläuft einen Quarzkristall. Durch akustische Schwingungen wird das Licht gestreut. Dabei findet eine Wechselwirkung zwischen Photonen und Phononen statt, bei der kein Rückstoß an das Gitter abgegeben wird. Berechnen Sie die maximale Frequenz der ausgelösten akustischen Schwingungen und geben Sie die relative Frequenzverschiebung des gestreuten Lichtes an. Verwenden Sie $v_s = 6000 \text{ m/s}$ für die Schallgeschwindigkeit im Kristall und $n = 1.54$ für die Brechzahl.

Aufgabe 3

Wie unterscheidet sich in der Debye-Näherung die Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme einer linearen Kette von der eines zwei- und dreidimensionalen Gitters? Betrachten Sie die Grenzfälle für hohe und tiefe Temperaturen.

Hinweis: Leiten Sie sich zunächst einen Ausdruck für die innere Energie her (dimensionsabhängig) und verwenden Sie dann die Debye-Näherung. Es gelten folgende Vereinfachungen: $\int_0^\infty x^n/(e^x - 1) dx = n! \cdot \xi(n+1)$, $n = 1, 2, 3$ mit $\xi(n) = \sum_{\nu=1}^\infty 1/\nu^n$ und $\xi(2) = \pi^2/6$, $\xi(3) = 1.20205$, $\xi(4) = \pi^4/90$