

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2010/2011)

A. Ustinov / G. Fischer

Übungsblatt 6

Besprechung am 2. Dezember 2010

Aufgabe 1

Leiten Sie die Dispersionsrelation $\omega(q)$ für die folgenden Anordnungen von Teilchen her und stellen Sie die jeweiligen Dispersionskurven graphisch dar indem Sie jeweils einige q -Werte zwischen 0 und π/a betrachten. Der Abstand zwischen den Teilchen sei d und die Gitterkonstante a . Benutzen Sie den Grenzfall der einatomigen Kette gleicher Federkonstante als Test.

- Lineare Kette von Teilchen identischer Massen m , die abwechselnd durch zwei verschiedene Arten von Federn mit den Federkonstanten D_1 und D_2 verbunden sind.
- Lineare Kette von Teilchen unterschiedlicher Massen m und M benachbarter Teilchen, die durch gleiche Federn (Federkonstante D) verbunden sind (zweiatomige Kette).

Aufgabe 2

Zeigen Sie, dass sich für große Wellenlängen ($\lambda \gg a$) die Bewegungsgleichung der einatomigen linearen Kette

$$m\ddot{u}_n = -D(2u_n - u_{n-1} - u_{n+1})$$

zur Wellengleichung des elastischen Kontinuums vereinfachen lässt:

$$\partial^2 u / \partial t^2 = c_{Schall}^2 \cdot \partial^2 u / \partial x^2.$$

Hinweis: Benutzen Sie eine Taylorentwicklung um u_n .

Aufgabe 3

Zeigen Sie anhand von Symmetriegründen, dass die zwei transversalen Moden im fcc-Gitter die gleiche Frequenz haben, also entartet sind, wenn der Wellenvektor \vec{k} parallel zur (100)- oder zur (111)-Richtung ist.

Aufgabe 4

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.

- a) Warum können Sie für diese Streuproblem nicht die Ewaldkonstruktion verwenden?
- b) Werden Phononen erzeugt oder vernichtet?
- c) Berechnen Sie die Frequenz der Phononen (Energie $E = \hbar\omega$) unter der Annahme, dass pro gestreutem Neutron nur ein Phonon teilnimmt (Ein-Phonon-Streuung).
- d) Berechnen Sie den Streuvektor und skizzieren Sie den Streuvorgang im reziproken Raum. (Hinweis: Sie können das ganze nur in der (001) -Ebene betrachten.)
- e) Geben Sie den Phononwellenvektor in SI-Einheiten an, der an diesem Streuvorgang teilnimmt.