

6. Übung zur Festkörperphysik WS 2016/17

Ausgabe: 25.11.2016
Abgabe: bis 02.12.2016 12:00 Uhr
Briefkästen: 247-249

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Lineare Kette

4 Punkte

Gegeben sei eine lineare Kette aus drei gleichen Punktmassen der Masse m , welche mit masselosen Federn (Federkonstante k) gekoppelt sind. Betrachten Sie den Fall für periodische Randbedingungen; siehe Abbildung 1. Die Bewegung der Massen erfolgt ausschließlich in Richtung der Kette.

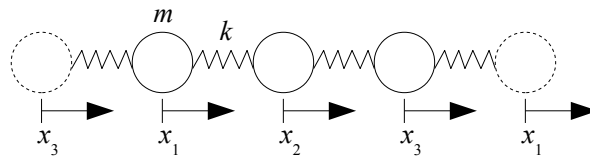


Abbildung 1: Lineare Kette mit periodischen Randbedingungen

1. Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für die Auslenkungen x_n der jeweiligen Massen auf, wobei Sie nur Auswirkungen auf direkte Nachbarn berücksichtigen.
2. Stellen Sie nun das Eigenwertproblem auf, indem Sie als Ansatz für die Zeitabhängigkeit $x_n \propto e^{i\omega t}$ verwenden. Bestimmen Sie, sowohl die Eigenwerte und Eigenfrequenzen, als auch die Eigenvektoren.
3. Skizzieren Sie die Schwingungszustände des Systems.

Aufgabe 2: Brillouin-Streuung

3 Punkte

Die Brillouin-Streuung bezeichnet die inelastische Lichtstreuung an akustischen Gitterschwingungen (akustische Phononen) in Kristallen. Es soll im Folgenden der Spezialfall der Rückstreuengeometrie betrachtet werden. Der Wellenvektor der einfallenden Strahlung im Festkörper mit Brechungsindex n betrage \vec{k}_0 . Der Energieverlust der gestreuten Welle \vec{k}' ist gegeben durch die Streuung am akustischen Phonon \vec{q} und kann mit Hilfe der Energie- und Impulserhaltung bestimmt werden. Für die Dispersionsrelation von Phononen gilt $\omega_{\text{Ph}} = v|q|$, wobei $v \ll c$, mit c als Lichtgeschwindigkeit ist.

1. Berechnen Sie den Wellenvektor und die Frequenz des involvierten Phonons. Wie groß ist der relative Energieverlust des gestreuten Photons?
2. Ein Laserstrahl der Wellenlänge $\lambda = 694 \text{ nm}$ wird in einem Quarzkristall ($n = 1.54$, $v = 6000 \text{ m s}^{-1}$) gestreut. Berechnen Sie die Frequenz der ausgelösten Schwingung und die relative Frequenzverschiebung des gestreuten Lichts.

Aufgabe 3: Zweiatomige Kette

3 Punkte

Betrachten Sie eine lineare Kette, in welcher die Kraftkonstante zwischen nächsten Nachbarn die Werte C und $10C$ alternierend annimmt. Die Masse M der Atome ist jeweils identisch und der Abstand zweier nächster Nachbarn ist $\frac{a}{2}$.

- a) Berechnen Sie zunächst die Dispersionsrelation $\omega(K)$.
- b) Bestimmen Sie $\omega(K=0)$ und $\omega(K=\frac{\pi}{a})$ und fertigen Sie eine Skizze des Verlaufs von $\omega(K)$ mit den auftretenden Schwingungsmoden an.
- c) Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit.