Übungen zur Vorlesung Festkörperphysik WS 07/08

Prof. G. Maret

Blatt 4, Besprechung am 22./23.11.07

1. Aufgabe: Einatomige lineare Kette (Wiederholung der Vorlesung)

a) Stellen Sie für die einatomige lineare Kette mit Atomabstand a die Auslenkung der einzelnen Atome für longitudinale und transversale Wellen zeichnerisch dar, und zwar für die Wellenvektoren $q = \pi/a, q = \pi/3a$, und $q \to 0$.
b) Die Kraft auf ein Atom an Position s (Masse M) der einatomigen linearen Kette unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zu allen n Nachbarn lautet:

$$F_s = \sum_{\pm n} c_n (u_{s+n} - u_s)$$

Stellen Sie die allgemeine Bewegungsgleichung auf.
c) Berechnen Sie die Dispersionsrelation für den Fall, dass c_n nur für $n = \pm 1$ einen von Null verschiedenen Wert hat.

2. Aufgabe: Einatomige lineare Kette mit Übernächstenachbarwechselwirkung

a) Berechnen sie wiederum die Dispersionsrelation. Berücksichtigen Sie diesmal aber

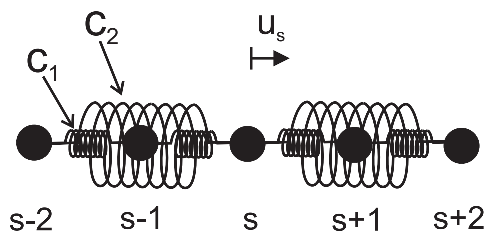

Abbildung 1: Kette mit nächster Nachbar + übernächster Nachbarwechselwirkung.

auch Kräfte zu übernächsten Nachbarn, welche durch eine Kraftkonstante $c_2 << c_1$ beschrieben werden sollen (s. Abb. 1).
b) Welche Ergebnisse sind zu erwarten, wenn die Wechselwirkung mit noch weiter entfernten Nachbarn ebenfalls berücksichtigt wird?

3. Zustandsdichte von Phononen

a) Bestimmen Sie die Zustandsdichte $D(\omega)$ der einatomigen linearen Kette mit Nächste-Nachbar-WW(vgl. Aufgabe 1) und skizzieren Sie sie als Funktion von ω.
Anleitung: Nehmen Sie eine Kette mit $N+1$ Atomen an und berechnen Sie zunächst die erlaubten q-Werte aus den Randbedingungen ($s_0 = s_N = 0$). Bestimmen Sie dann mit Hilfe der Zustandsdichte $D(q)$ im q-Raum sowie der Dispersionsrelation die Zustandsdichte (Frequenzdichte) $D(\omega)$ der Phononen.
b) Berechnen Sie die Zustandsdichten der Phononen im d-dimensionalen Gitter (N^d Atome im d-dimensionalen Kubus der Kantenlänge L, $d = 2, 3$). Be-stimmen Sie dazu zunächst die Dichte der erlaubten q-Werte (pro Einheitsvolu-men im q-Raum) mit Hilfe von periodischen Randbedingungen. Aus der Gesamtzahl der erlaubten q-Werte in einer d-dimensionalen Kugel ergibt sich dann die entsprechende Gesamtzahl der Zustände $D(\omega)d\omega$.