

4. Übungsblatt zur "Einführung in die Festkörperphysik" WS 05/06

M. Wolf/K. Starke/I. Torrente

Ausgabe: 14.11.05

Abgabe: Dienstag, 22.11.2005, bis 17 Uhr
Postfach Torrente, bei Raum 0.3.18
Postfach Starke, bei Raum 1.2.46

1. Dispersionsrelation im Eindimensionalen (8 P)

Bestimmen Sie die Dispersionsrelation $\omega(q)$ der Schwingungen eines linearen (eindimensionalen) Gitters, bei dem die Kraftkonstanten zwischen benachbarten Atomen abwechselnd C_1 und C_2 sind. Die Masse der Atome sei m und der Atomabstand $a/2$. Berechnen Sie $\omega(q)$ für $q = 0$ und $q = \pi/a$ und skizzieren Sie den Verlauf der Dispersionsrelation. Diskutieren Sie, was bei $C_1 = C_2$ sowie $C_1 \ll C_2$ passiert.

2. Phononen in Argon (10 P)

Die potentielle Energie zweier Argonatome im Abstand R im Edalgaskristall wird durch

$$U(R) = 4\varepsilon \left[(R/R_0)^{-12} - R/R_0 \right]$$

mit $\varepsilon = 10.4$ meV und $R_0 = 3,4$ Å realistisch angenähert. Betrachten Sie die Bewegung einer linearen Kette von Ar Atomen in 3 Dimensionen, die durch eine äußere Zugspannung um 10 % gedehnt ist.

- Berechnen Sie die Zugkraft und die Kraftkonstanten für Auslenkungen entlang und senkrecht zur Kette (d.h. für longitudinale und transversale Moden).
- Zeichnen Sie die verschiedenen Zweige der Phononen-Dispersion $\omega(q)$ und diskutieren Sie den Unterschied zwischen longitudinalen und transversalen Moden.

3. Singularitäten in der Phononen-Zustandsdichte (8 P)

a) Gegeben sei eine eindimensionale lineare Kette aus N Atomen mit harmonischen Wechselwirkungen zwischen den nächsten Nachbarn. Man erhält eine Dispersion longitudinaler Phononen der Form (a = Gitterkonstante):

$$\omega = \omega_0 |\sin(qa/2)|$$

Zeigen Sie, dass für diesen Fall die Zustandsdichte $D(\omega)$ für $\omega = \omega_0$ singulär wird.

b) Nehmen Sie an, dass in einem dreidimensionalen Gitter ein optischer Phononen-zweig nahe $q = 0$ die Form:

$$\omega(q) = \omega_0 - Aq^2$$

habe. Geben Sie einen Ausdruck für die Zustandsdichte in der Nähe von $\omega = \omega_0$ an. In diesem Falle ist $D(\omega)$ für $\omega = \omega_0$ nicht singulär, sondern lediglich unstetig.