5. Übung zur Einführung in die Festkörperphysik WS 2012

Ausgabe: 09.11.2012
Abgabe: bis 16.11.2012, 10:15 Uhr, Kästen 246-250

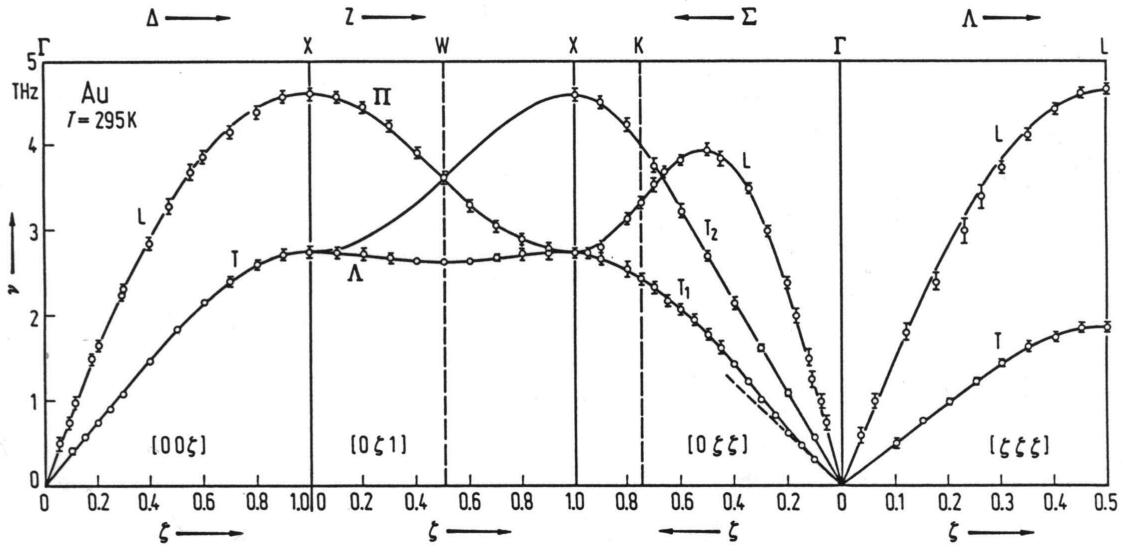
Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Longitudinale Schwingungen — 6 Punkte

Gegeben sei eine unendlich lange lineare Anordnung von Atomen der Masse M mit Gleichgewichtsabstand a. Jedes Atom sei an seine nächsten Nachbarn durch die Kraftkonstante C_1 und an die übernächsten durch C_2 gekoppelt. Die Atome werden longitudinal ausgelenkt, wobei u_s die Auslenkung des s-ten Atomes aus seiner Ruhelage beschreibt.

1. Skizzieren Sie die Situation mit allen angegebenen Größen für einen Kettenausschnitt von $N = 5$ Atomen.
2. Berechnen Sie die Dispersionsrelation $\omega(k)$ unter Berücksichtigung des Lösungsansatzes
$$u_s = u_0 e^{i(ska-\omega t)}$$
3. Wie verändert sich $\omega(k)$, wenn man die Wechselwirkung mit allen Nachbarn berücksichtigt (Kraftkonstante zu j-tem Nachbarn C_j, $N = \infty$)? Geben Sie eine Formel an!
4. Zeichnen Sie die unter 2. erhaltene Dispersionsrelation $\omega(k)$ im Bereich $-\frac{\pi}{a} \leq k \leq \frac{\pi}{a}$ für ein Verhältnis $\frac{C_2}{C_1} = 0,5$ und $\frac{C_1}{M} = 1$. Berechnen Sie dazu zusätzlich $\omega(0)$ und $\omega(\pm\frac{\pi}{a})$.
5. Nähern Sie $\omega(k)$ aus 2. für kleine Wellenvektoren k und zeichnen Sie die erhaltene Funktion in das Diagramm aus Aufgabenteil 4. Berechnen Sie anschließend die Gruppengeschwindigkeit $v_g = \frac{d\omega(k)}{dk}$.

Aufgabe 2: Phononenspektrum — 3 Punkte



Bestimmen Sie aus dem gegebenen Phononenspektrum die Schallgeschwindigkeiten in (100)- und (111)-Richtung. ξ ist hier ein reduzierter Wellenvektor, d.h. $\xi = q/(2\pi/a)$. Gitterkonstante a = 4.08 Å, Gittertyp fcc.