

3. Übungsblatt

Theoretische Festkörperphysik I

Aufgabe 7 *Gitterschwingungen*

(10 Punkte)

Betrachten Sie ein einatomiges fcc-Gitter mit der Gitterkonstanten a , bei dem jedes Atom mit Masse M nur mit seinen direkten Nachbarn über das zentralsymmetrische Potential $V(|\mathbf{r}_n - \mathbf{r}_{n'}|)$ wechselwirkt.

a) Zeigen Sie, daß die Frequenzquadrate der drei Moden für gegebenen Wellenvektor $\mathbf{q}$ die Eigenwerte folgender Matrix (“dynamische Matrix”) sind:

$$D_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{\mathbf{R}} \sin^2 \left(\frac{1}{2} \mathbf{q} \cdot \mathbf{R} \right) (A \delta_{ij} + B R_i R_j)$$

Die Summe läuft über die zwölf nächsten Nachbarn von $\mathbf{R} = 0$ und es gilt: $A \equiv 2V'(d)/d$, $B \equiv 2(V''(d)/d^2 - V'(d)/d^3)$ mit dem Abstand d zum nächsten Nachbarn.

b) Welcher Zusammenhang besteht zwischen $V'(d)$ und dem hydrostatischen Druck p . Setzen Sie dazu $A = 0$, was einem geringen Druck entspricht.

c) Berechnen Sie für $\mathbf{q} = (q, 0, 0)$ und $\mathbf{q} = (q, q, 0)/\sqrt{2}$ jeweils die Schwingungsmoden und die zugehörigen Eigenfrequenzen. Skizzieren Sie die beiden Dispersionskurven als Funktion von q .

Aufgabe 8 *Kontinuumsmechanik in kubischen Kristallen*

(5 Punkte)

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung $\rho \frac{\partial^2 \mathbf{s}}{\partial t^2} = \nabla \cdot \sigma$ für ein kubischen Kristall auf ($\mathbf{s} \dots$ Verschiebungsfeld, $\rho \dots$ Dichte und $\sigma \dots$ Spannungstensor). Benutzen Sie dazu den Elastizitätstensor

$$C_{ijkl} = C_{12} \delta_{ij} \delta_{kl} + C_{44} (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk}) + (C_{11} - C_{12} - 2C_{44}) \delta_{ijkl}$$

mit $\delta_{ijkl} = 1$ für $i = j = k = l$ und $= 0$ sonst.

b) Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeiten in den Richtungen $(1, 0, 0)$ und $(1, 1, 0)/\sqrt{2}$.

c) Bestimmen Sie die Schallgeschwindigkeiten für GaAs: ρ (siehe Aufg. 2), $C_{11} = 1.181 \cdot 10^{12}$ dyn/cm², $C_{12} = 0.532 \cdot 10^{12}$ dyn/cm², $C_{44} = 0.594 \cdot 10^{12}$ dyn/cm². (1 Pa = 10 dyn/cm²)

WWW-Seite: <http://www.itp.physik.tu-berlin.de/lehre/TFP/>

Scheinkriterien: Zweimal Vorrechnen in den Übungen und 60 % der erreichbaren Punkte in den Übungsaufgaben (Abgabe in Dreiergruppen!)

Sprechstunden: Schöll: Mi 14:30 - 15:30 Uhr PN 735, Elsholz: Di. 14 - 15 Uhr PN 629