

Übungsblatt 8

Abgabe bearbeiteter Übungszettel bis Freitag, 1. Dezember, 12 Uhr!

Aufgabe 1: Singularität in der Zustandsdichte

Gehen Sie davon aus, dass ein optischer Phononenzweig im Dreidimensionalen nahe $q = 0$ eine Dispersionsrelation der Form $\omega(q) = \omega_0 - Aq^2$ hat. Bestimmen Sie die Zustandsdichte $D(\omega)$ für die Fälle $\omega < \omega_0$ und $\omega > \omega_0$! Diskutieren Sie, unter welchen Bedingungen Singularitäten in der Zustandsdichte auftauchen!

Aufgabe 2: Anharmonische lineare Kette

Gegeben sei eine lineare Kette von Atomen mit Masse m und Abstand a nächster Nachbarn. Die Auslenkung des n -ten Atoms werde x_n genannt. Die Differenz der Auslenkung benachbarter Atome sei u . Die potentielle Energie für kleine Auslenkungen aus der Gleichgewichtslage sei $U = \frac{D}{2}u^2 - \frac{\eta}{3}u^3$ mit harmonischer Federkonstante D und der anharmonischen Konstante η .

- Zeigen Sie, dass der Ansatz $x_n = Ae^{i(qna + \omega t)}$ die harmonische ($\eta = 0$) Bewegungsgleichung erfüllt!
- Erfüllt der Ansatz von a) auch die anharmonische Bewegungsgleichung mit $\eta \neq 0$?
- Warum steht vor dem kubischen Term im anharmonischen Potential nächster Nachbarn typischerweise ein Minuszeichen? Was folgt aus den Rechnungen zu a) und b) für die Lebensdauer der harmonischen Schwingungen?

Aufgabe 3: Neutronenstreuung an Phononen

- Geben Sie die Dispersionsrelation für Neutronen an!
- Stellen Sie die Phononenemission oder -absorption durch ein Neutron dar, indem Sie grafisch die Dispersionsrelation für Neutronen mit der typischen Dispersionsrelation eines optischen und akustischen Phononenzweiges für eine eindimensionale Kette kombinieren.
- Die Schallgeschwindigkeit der langwelligen akustischen Phononen der Kette sei v_s . Der optische Zweig sei relativ schwach q -abhängig und liege bei der charakteristischen Frequenz ω_0 . Wie beeinflussen die Werte für den Wellenvektor k_0 und die Kreisfrequenz ω_N des Neutrons dessen Möglichkeit, Phononen zu absorbieren oder zu emittieren?