

Klausur zur Vorlesung „Festkörperphysik“ WS 00/01

- ✕ Das kubisch-raumzentrierte Gitter ist durch die primitiven Basisvektoren

$$\mathbf{a}_1 = \frac{a}{2} (-1, 1, 1), \quad \mathbf{a}_2 = \frac{a}{2} (1, -1, 1) \quad \text{und} \quad \mathbf{a}_3 = \frac{a}{2} (1, 1, -1)$$

(a – Gitterkonstante) bestimmt.

- a) Bestimmen Sie die Raumerfüllung (Packungsdichte) des Gitters!
- b) Geben Sie die Basisvektoren des zugehörigen reziproken Gitters an. Um welchen Bravais-Gitter-Typ handelt es sich?

(4 Punkte)

- ✕ GaAs kristallisiert in Zinkblende-Struktur mit der Gitterkonstanten a .

- a) Geben Sie die Atompositionen, d.h. Bravais-Gittervektoren und Vektoren der atomaren Basis, an!
- b) Nennen Sie die Zahl der nächsten Nachbarn-Atome eines As-Atoms!
- c) Wieviele Atome gehören zu einem Würfel der Kantenlänge a ?

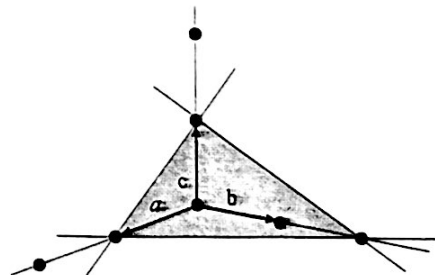
(4 Punkte)

3. ✕ Geben Sie die von-Laue-Gleichungen an! Welcher Zusammenhang besteht zwischen den von-Laue-Indizes ($\hat{h}\hat{k}\hat{l}$), den Millerschen Indizes (hkl) einer beugenden Netzebene und der Beugungsordnung n ?

- a) Zeigen Sie die Äquivalenz der von-Laue-Gleichungen und der Braggschen Reflexionsbedingung!
- b) Bestimmen Sie den Strukturfaktor von Diamant bei Verwendung der primitiven (zweiatomigen) Elementarzelle. Erklären Sie das Auftreten von starken und schwachen Reflexen im GaAs.

(7 Punkte)

4. ✕ Geben Sie die Millerschen Indizes der Ebene in der nebenstehenden Zeichnung an!



- ✕ Berechnen Sie für ein kubisch-primitives Gitter den Abstand benachbarter (122) Ebenen!

(2 Punkte)

5. Gegeben seien eine einatomige lineare Kette mit nächster-Nachbar-Wechselwirkung (Gitterkonstante a , Masse M , Federkonstante f).

a) Berechnen und skizzieren Sie die Dispersionsrelation $\omega(q)$.

b) Bestimmen Sie die Schallgeschwindigkeit v und einen kritischen Punkt $q = q_0$ in der Brillouin-Zone.

c) Leiten Sie die Wellengleichung für den Fall langer Wellen ab.

(5 Punkte)

6. Gegeben sei ein dreidimensionaler Kristall mit 2 Atomen pro Elementarzelle.

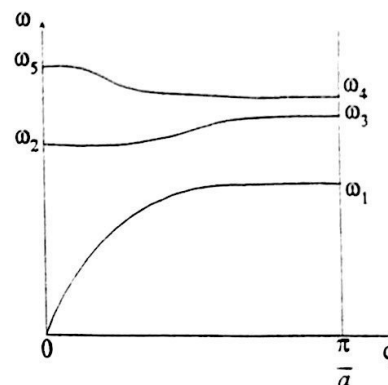
a) Skizzieren und benennen Sie die Schwingungszweige.

b) Geben Sie die innere Energie U und die spezifische Wärmekapazität C_v im Grenzfall hoher Temperaturen $T \rightarrow \infty$ an.

c) Bestimmen Sie die Temperaturabhängigkeit (ohne Vorfaktoren) von U im Grenzfall $T \rightarrow 0K$.

(7 Punkte)

7. a) Skizzieren Sie die Zustandsdichte der Phononen für einen eindimensionalen Kristall mit den abgebildeten Schwingungszweigen!



b) Geben Sie die Zustandsdichte der optischen Phononen dieses Kristalls in der Einstein-Näherung mit $\omega_0 \approx \omega_2 \approx \omega_3 \approx \omega_4 \approx \omega_5$ an!

2 Punkte)

8. Gegeben sei ein eindimensionales Elektronengas im Grundgebiet der Länge L .

a) Berechnen Sie die Zustandsdichte $D(\epsilon)$.

b) Bestimmen Sie für verschwindende Temperatur T die innere Energie U als Funktion der Fermi-Energie ϵ_F .

(4 Punkte)

9. Leiten Sie die dynamische Leitfähigkeit $\sigma(\omega)$ eines Elektronengases im Rahmen des Drude-Modells (Dichte n , Stoßzeit τ) und der Newtonschen Bewegungsgleichung für eine harmonische Zeitabhängigkeit $e^{-i\omega t}$ ab!

(3 Punkte)

10. a) Was verstehen Sie unter Energiebandstruktur eines Kristallelektronenensembles?

b) Wodurch kommt es zur Ausbildung von Bandlücken (Gaps) im Bild fast freier Elektronen?

(2 Punkte)

(40 Punkte)