

Aufgabe: 14

Leiten Sie aus der Beugungsbedingung $\Delta \mathbf{K} = \mathbf{G}_{hkl}$ für die Streuung von Strahlung am Kristallgitter die drei LAUE-Gleichungen in der Form

$$\cos \alpha_1' - \cos \alpha_1 = h \lambda / a_1$$

$$\cos \alpha_2' - \cos \alpha_2 = k \lambda / a_2$$

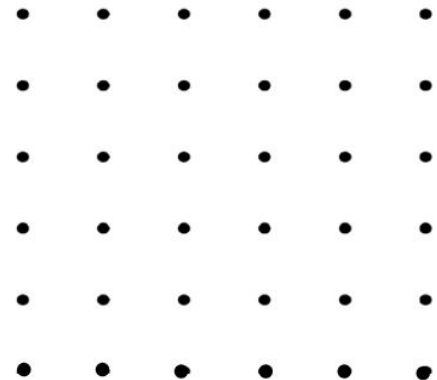
$$\cos \alpha_3' - \cos \alpha_3 = l \lambda / a_3$$

sowie die BRAGG-Gleichung $2d_{hkl} \sin \vartheta = \lambda$ her. Dabei sind $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ und $\alpha_1', \alpha_2', \alpha_3'$ die Winkel des einfallenden bzw. gebeugten Strahles zu den Basisvektoren (Raumgitter) mit den Längen a_1, a_2 und a_3 .

Aufgabe 15: Brillouin-Zonen

a) Zeigen Sie, dass das Volumen der Elementarzelle des reziproken Gitters umgekehrt proportional zum Volumen der Elementarzelle des Raumgitters ist.

b) Konstruieren Sie die erste, zweite und dritte Brillouin-Zone im gegebenen reziproken Gitter.

**Aufgabe 16: Barium-Titanat**

In der Struktur des BaTiO₃ sitzen die Bariumatome an den Ecken eines Würfels, die Sauerstoffatome auf den Flächenmitten und die Titanatome in der Raummitte.

Skizzieren Sie die Elementarzelle! Wie groß ist die Anzahl der Schwingungszweige des Schwingungsspektrums?

Aufgabe 16: Dispersionsrelation für KBr

Aus den experimentell gewonnenen Dispersionskurven für KBr (NaCl-Struktur mit $a = 6,59 \cdot 10^{-10}$ m) kann man aus den Graphen für $\mathbf{k} \parallel [100]$ ablesen, dass für $k = 2\pi/4a$ die Frequenz der longitudinalen akustischen Phononen $\nu = 1,3 \cdot 10^{12}$ Hz ist. Man bestimme

- die Wellenlänge,
- die Phasengeschwindigkeit der entsprechenden Gitterschwingungen,
- die Energie,
- den Quasimpuls der Phononen.

Aufgabe 17: Lichtstreuung an Phononen

Ein Laserstrahl der Wellenlänge $\lambda = 694$ nm durchläuft einen Quarzkristall. Durch mechanische Schwingungen wird der Lichtstrahl gestreut. Dabei findet eine Wechselwirkung zwischen Photonen und Phononen statt, bei der kein Rückstoß an das Gitter abgegeben wird. Berechnen Sie die maximale Frequenz der ausgelösten mechanischen Schwingungen und geben Sie die relative Frequenzverschiebung des gestreuten Lichtes an. Es handelt sich um Brillouin-Streuung; für die Schallgeschwindigkeit ist $v_s = 6000$ m/s, für die Brechzahl

$n = 1,54$ zu setzen.

Ramanstreuung mit Licht ($\lambda \approx 600$ nm) kann nur benutzt werden, um Gitterschwingungen nahe am Zentrum der Brillouin-Zone zu untersuchen. Wieso? ($a = 10^{-10}$ m typ.)