

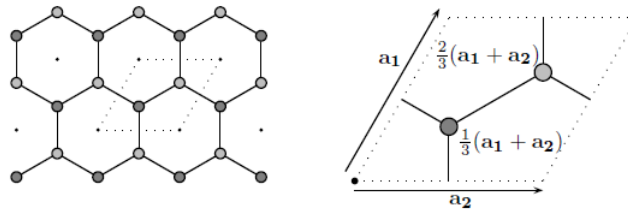
Übungen zur Modernen Experimentalphysik II

Festkörperphysik WS 2021/2022

Besprechung am 02. Dezember 2021

Aufgabe 6.1: Honigwabenstruktur (2 Punkte)

- (a) Betrachten Sie ein einfach kubisches Gitter mit einer Gitterkonstante a . Beschreiben Sie die erste Brillouin-Zone. Nehmen Sie dazu einen beliebigen Wellenvektor k an und leiten Sie einen dazugehörigen Wellenvektor für die erste Brillouin-Zone ab. *Hinweis:* Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Darstellung.
- (b) Jetzt betrachten Sie ein trigonales Gitter in zwei Dimensionen (vgl. Abbildung, Honigwaben-Struktur).

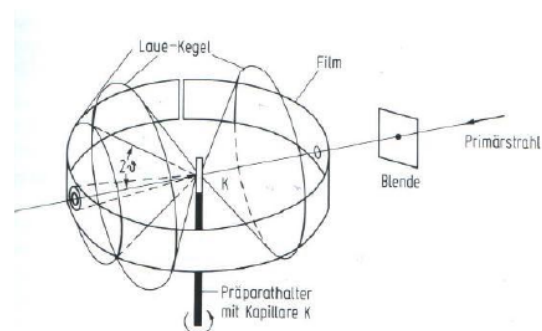


Beschreiben Sie die erste Brillouin-Zone. Nehmen Sie dazu auch wieder einen beliebigen Wellenvektor k (in zwei Dimensionen) an und leiten Sie einen dazugehörigen Wellenvektor für die erste Brillouin-Zone ab. *Hinweis:* Auch hier gibt es verschiedene Möglichkeiten der Darstellung. Die Basis sei durch die primitiven Gittervektoren $\vec{a}_1 = a\hat{x}$ und $\vec{a}_2 = (a/2)\hat{x} + (a\sqrt{3}/2)\hat{y}$ gegeben.

Aufgabe 6.2: Pulverdiffraktometrie (5 Punkte)

Eine pulverförmige Probe eines Elements mit kubischer Kristallstruktur wird mit einer Debye-Scherrer-Aufnahme analysiert. Schauen Sie das Verfahren ggf. in einem Lehrbuch nach. Die folgenden Abstände zwischen symmetrisch zum direkten Strahl liegenden Linien werden gemessen: 43,40 mm; 50,60 mm; 74,41 mm; 90,21 mm und 95,21 mm.

Der um die Probe ringförmig angeordnete Filmstreifen hat einen Durchmesser von 57,3 mm. Es wird monochromatische Röntgenstrahlung der Wellenlänge $\lambda = 0,154$ nm (Cu- K_α -Linie) eingestrahlt.



- (a) Indizieren Sie die Linien, berechnen Sie die Gitterkonstante und bestimmen Sie die Kristallstruktur. Um welches Element könnte es sich handeln? *Hinweise:* Rechnen Sie in der

Bragg-Bedingung mit $n = 1$. Für den Öffnungswinkel α der Reflexkegel gilt: $\alpha = 4\vartheta$. Zur Indizierung der Linien müssen Sie verschiedene hkl einfach ausprobieren! Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Literatur (z.B. Tabelle von Gitterkonstanten im Ashcroft/Mermin oder aus dem Internet z.B. von www.periodictable.com oder www.webelements.com).

- (b) Bei welchem Beugungswinkel ist es möglich die Kupfer K_α Doppellinie aufzulösen wenn die Auflösungsbreite 0.03 cm ist. Hinweis: Die Kupfer K_α Doppellinie besteht aus zwei Linien mit einer Wellenlänge von $\lambda_{\alpha_1} = 1.5405 \text{ \AA}$ und $\lambda_{\alpha_2} = 1.5443 \text{ \AA}$.

Aufgabe 6.3: Strukturfaktor von Kochsalz (3 Punkte)

- a) Berechnen Sie die Strukturfaktor F_{hkl} für die Einheitszelle von NaCl sowie in Abbildung 1 gezeigt ist.

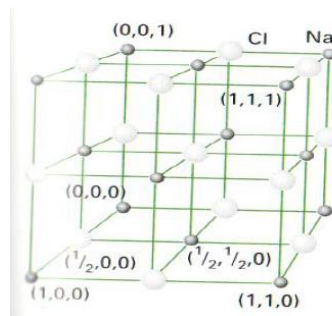


Abbildung 1: Die Position der Atome Natrium (dunkel) und Chlor (weiß) im fcc-Gitter.

8 Ionen im Gitter sind wie folgt:

$\text{Na}^+ (0\ 0\ 0) (1/2\ 1/2\ 0) (1/2\ 0\ 1/2) (0\ 1/2\ 1/2)$

$\text{Cl}^- (0\ 1/2\ 0) (1/2\ 0\ 0) (0\ 0\ 1/2) (1/2\ 1/2\ 1/2)$

Hinweis: verwenden Sie atomaren Streufaktoren, f_{Na} für Natrium und f_{Cl} für Chlor. Hier verwenden Sie, $e^0 = 1$, $e^{n\pi i} = e^{-n\pi i}$ (n ist ganze Zahl).

- b) Berechnen Sie die Strukturfaktoren für die Netzebenen (111) und (200)?