

3. Übungsserie

Physik der Materie – Festkörperphysik

1. Man bestimme für ein kubisch flächenzentriertes Raumgitter die Länge des größten Wellenvektors in der ersten Brillouin-Zone (siehe Vorlesung), wenn er

- a) parallel zur Würfelkante des flächenzentrierten Raumgitters,
- b) parallel zur Raumdiagonalen

2. Pulver eines Materials mit kubischer Kristallstruktur (Gitterkonstante $a = 0,334 \text{ nm}$) wird mit monochromatischer Röntgenstrahlung von $\lambda = 0,27 \text{ nm}$ Wellenlänge bestrahlt (Debye-Scherrer-Verfahren).

- a) Welches ist prinzipiell der minimale Netzebenen-Abstand, bei dem für dies Strahlung in erster Ordnung Bragg-Reflexion möglich ist?
- b) Welche Reflexe der Netzebenen ($h k l$) können im Debye-Scherrer-Bild überhaupt auftreten? Wegen der kubischen Symmetrie genügt die Angabe der Ebenen mit $h \geq k \geq l \geq 0$.

3. Der Hochtemperatursupraleiter $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ($X=0$) (Abbildung 1), kurz YBCO, besitzt eine orthorhombische Einheitszelle mit den Gitterkonstanten $a = 0,383 \text{ nm}$, $b = 0,389 \text{ nm}$ und $c = 1,17 \text{ nm}$.

- a) Berechnen Sie die Abstände d_{hkl} von den Ebenenscharen mit den Indizes (004), (005), (013), (110), (113) und daraus mit Hilfe der Braggschen Gleichung die Beugungswinkel (Glanzwinkel) 2θ , unter denen für $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung mit einer Wellenlänge von $\lambda = 0,15406 \text{ nm}$ Beugungsreflexe zu erwarten sind.
- b) Zeichnen Sie in der untenstehenden Abbildung 2 die entsprechenden Ebenenscharen ein. Zusatzaufgabe: Welche Reflexe lassen sich auch als Interferenzstreifen höherer Ordnung an einer anderen Netzebenenschar interpretieren?

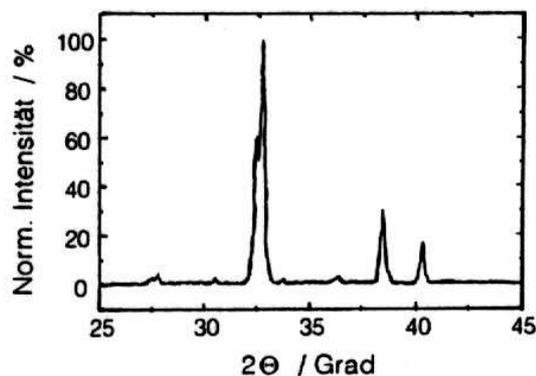
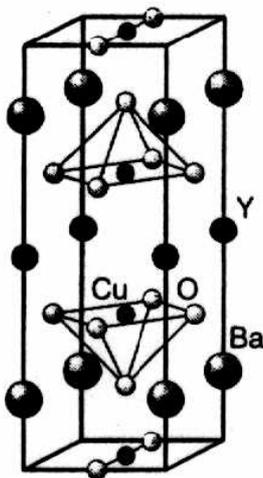


Abbildung 1: Kristallstruktur von YBCO

Abbildung 2: Röntgenstrukturanalyse eines YBCO - Einkristalls

Kontrollfragen:

Warum wird Röntgenstrahlung in Festkörpern nicht gebrochen, sondern gebeugt?

Welche Kristallstrukturanalyseverfahren mittels Röntgen-Strahlung kennen Sie?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Braggscher Reflexionsbedingung und den Laue Gleichungen? Welche Rolle spielt die Ewald-Kugel bei der Erklärung der Beugungsreflexe?

Welche Arten von Gitterfehlern gibt es und wie äußern sich diese Gitterfehler in der Röntgen-Strukturanalyse?

Worin besteht der Unterschied zwischen kristallinen und amorphen Festkörpern?

Welche Unterschiede bestehen zwischen Beugungsexperimenten mit Röntgenstrahlung, Elektronen und Neutronen? Welche Vor- und Nachteile haben diese Beugungsverfahren, welche zusätzlichen Informationen können eventuell gewonnen werden?