2. Übung zur Festkörperphysik WS 2016/17

Ausgabe: 28.10.2016
Abgabe: bis 04.11.2016 12:00 Uhr
Briefkästen: 247-249

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Hochtemperatursupraleiter — 3 Punkte

Alle Hochtemperatursupraleiter besitzen in ihrer Kristallstruktur als zentrale Bausteine Kupfer-Sauerstoff-Ebenen, wobei in den folgenden Abbildungen 1 und 2 die Kupferatome in rot und die Sauerstoffatome in blau gekennzeichnet sind. Zur Vereinfachung wird nur der zweidimensionale Fall betrachtet.

a) Skizzieren Sie für die Kristallebene mit der Gitterkonstante a in Abbildung 1 das Bravais- Gitter und zeichnen Sie die primitiven Gittervektoren ein, indem Sie die Einheitszelle samt Basis identifizieren. Welche Rotationssymmetrie liegt vor?

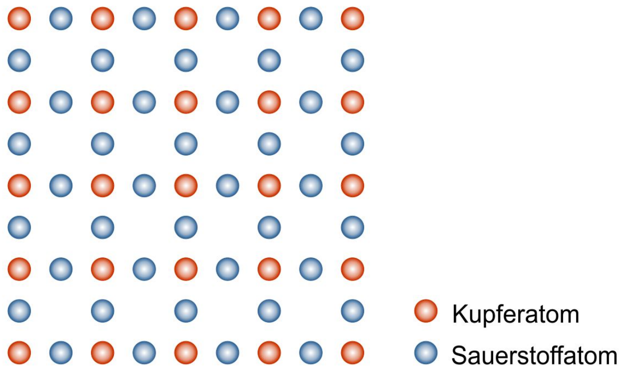

Abbildung 1: Einfachster Fall einer Kupfer-Sauerstoff-Ebene

b) In Lanthan-Kupferoxid La_2CuO_4 sind die Kupfer-Sauerstoff-Ebenen nicht planar. Die Sauerstoffatome sind je nach Lage etwas nach oben (+) oder nach unten (-) versetzt. Skizzieren Sie auch hier das Bravais-Gitter und geben Sie die primitiven Gittervektoren an, indem Sie die Einheitszelle samt Basis identifizieren. Welche Rotationssymmetrie besitzt dieses Gitter? Kann die Gitterkonstante a beibehalten werden? Geben Sie, falls nötig, die neue Gitterkonstante in Abhängigkeit von a an.

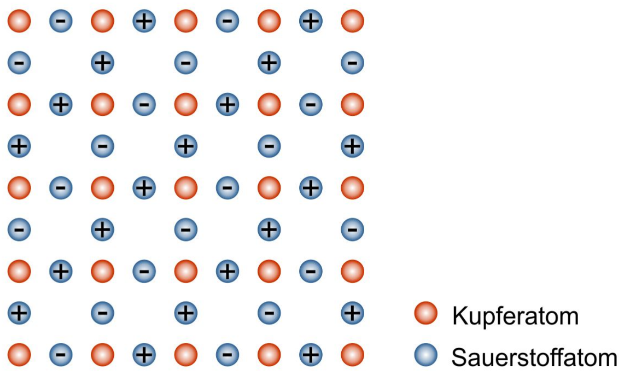

Abbildung 2: Kupfer-Sauerstoff-Ebene eines La_2CuO_4-Hochtemperatursupraleiter

Aufgabe 2: n-zählige Rotationssymmetrie — 3 Punkte

Es gibt nur eine begrenzte Anzahl rotationssymmetrischer Formen, mit denen eine Ebene lückenlos gefüllt werden kann. Diese Aussage ist gleichbedeutend mit dem Zusammenhang, dass n-zählige Rotationsachsen mit einem Rotationswinkel $\alpha = \frac{2\pi}{n}$ nur für bestimmte $n \in N$ existieren. Zeigen Sie dies, indem Sie die gedrehten Translationsvektoren $\vec{a}_{\pm}$ berechnen, die durch eine Drehung von $\vec{a}$ um den Winkel $\alpha = \pm\frac{2\pi}{n}$ entstehen. Warum muss die Summe von $\vec{a}_{+}$ und $\vec{a}_{-}$ ein ganzzahliges Vielfaches von $\vec{a}$ sein und welche n sind damit erlaubt?

Aufgabe 3: Punktgruppen — 4 Punkte

a) Welche drei Bedingungen (Gruppenpostulate) müssen für eine Menge von Elementen M und einer Verknüpfung $\circ$ erfüllt sein, damit diese eine Gruppe G bilden?

b) Gegeben sei der in Abbildung 3 gezeigte Beispielkörper. Bestimmen Sie alle möglichen Symmetrieoperationen und geben sie die entsprechende Punktgruppe in der Schoenflies- Symbolik an. Wie verläuft die Hauptdrehachse? Erläutern Sie weiterhin, inwiefern die Gruppenpostulate für dieses Beispiel erfüllt sind.

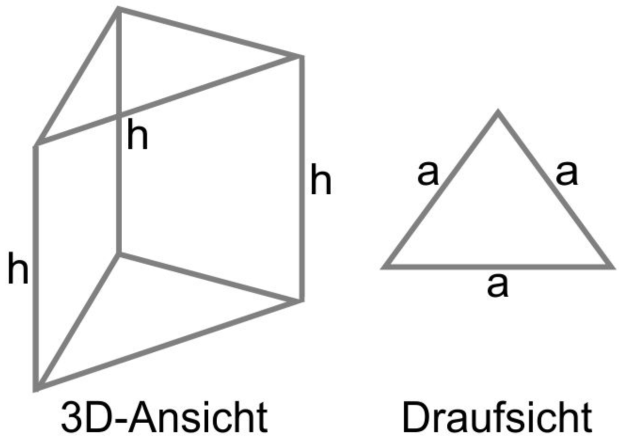

Abbildung 3: Beispielkörper