

## Übungsaufgaben zur Vorlesung

# Physik der Kondensierten Materie I WS 2017/2018

## 1 Kristallstruktur

### Allgemeine Fragen

- (a) Wie lautet die Definition eines Kristalls? Was versteht man unter Gitter und Basis?
- (b) Wie ist das Bravais-Gitter definiert? Die dreidimensionale Bravais-Gitter werden anhand ihrer Punktgruppe sieben Kristallsystemen zugeordnet. Geben Sie die Kristallsysteme und die zugehörigen Bravais-Gitter an.
- (c) Diskutieren Sie den Unterschied zwischen einer primitiven und konventionellen Gitterzelle. Wie wird die primitive Gitterzelle konstruiert?
- (d) Geben Sie die Rechenvorschrift für die Indizierung von Richtungen und Ebenen in Kristallen an.

### 1.1 Bravais-Gitter

- (a) Finden Sie für das in Abb. 1 abgebildete Honigwabengitter eine geeignete Basis und zeichnen Sie ein Bravais-Gitter ein. Welche Symmetrie besitzt das Bravais-Gitter?

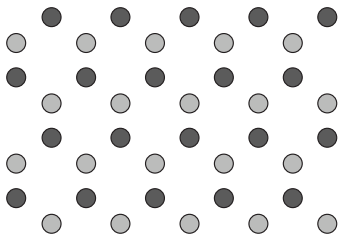
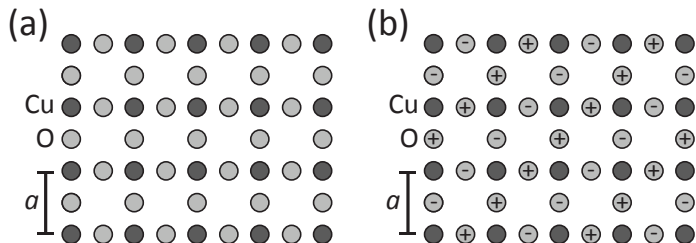


Abbildung 1: Zweidimensionales Honigwabengitter.

- (b) Geben Sie die fünf möglichen zweidimensionalen Bravais-Gitter an!

## 1.2 Kupfer-Sauerstoff-Ebenen

Alle keramischen Hochtemperatur-Supraleiter besitzen in ihrer Kristallstruktur als zentrale Bausteine Kupfer-Sauerstoff-Ebenen. Die dunklen Atome in Abb. 2 sind die Kupferatome, während die hellen die Sauerstoffatome darstellen. Der Gitterabstand der Kupferatome sei  $a$ .



**Abbildung 2:** Kupfer-Sauerstoff-Ebene. Rechts sind die Sauerstoffatome ein bisschen aus der Ebene nach oben (+) oder nach unten (-) versetzt.

- (a) Wir betrachten das Problem zunächst in zwei Dimensionen (Abb. 2, linkes Bild). Welche Rotationssymmetrie liegt vor? Skizzieren Sie das Bravais-Gitter, geben Sie ein Paar primitiver Gittervektoren an und bestimmen Sie die Einheitszelle samt Basis.
- (b) In  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  sind die Kupfer-Sauerstoff-Ebenen nicht wirklich eben (Abb. 2, rechtes Bild). Die Sauerstoffatome sind ein bisschen aus der Ebene nach oben (+) oder nach unten (-) versetzt. Geben Sie wie in (a) die Rotationssymmetrie, die primitive Zelle und das Bravais-Gitter an. Kann man die Gitterkonstante  $a$  beibehalten?

## 1.3 Tetraederwinkel

Die Winkel zwischen den tetraedrischen Bindungen der Diamantstruktur sind dieselben wie die Winkel zwischen den Raumdiagonalen aneinandergrenzender Würfel. Bestimmen Sie mit Hilfe der elementaren Vektorrechnung die Größe dieses Winkels.

## 1.4 Die hcp-Struktur

Zeigen Sie, dass das Verhältnis  $c/a$  für eine hexagonal dichtgepackte Kristallstruktur (hcp) gleich  $\sqrt{8/3} \simeq 1.633 \dots$  ist. Ist das Verhältnis  $c/a$  deutlich größer als dieser Wert, kann man sich die Kristallstruktur aus unsauber gestapelten Ebenen von dichtgepackten Atomen aufgebaut denken.

## 1.5 Die Millerschen Indizes

Wir betrachten die Ebenen mit den Millerschen Indizes (100) und (001) in einem Gitter mit kubisch flächenzentrierter (fcc)-Struktur. Die Indizes beziehen sich auf die konventionelle kubische Zelle. Dabei sind die Translationen gerade die Kanten  $\hat{x}$ ,  $\hat{y}$  und  $\hat{z}$  des Würfels mit Länge  $a$ . Wie lauten die Indizes dieser Ebenen, wenn sie sich auf die primitiven Achsen beziehen? (Hinweis: Die primitive Zelle ist ein Rhomboeder gebildet durch  $\hat{a} = \frac{a}{2}(\hat{x} + \hat{y})$ ,  $\hat{b} = \frac{a}{2}(\hat{y} + \hat{z})$ , und  $\hat{c} = \frac{a}{2}(\hat{z} + \hat{x})$ .)