

Name(n)/Matrikelnummer(n):

Übungsgruppe:

# Festkörperphysik, SoSe 2023

## Übungsblatt 1

Prof. Dr. Thomas Michely

Dr. Wouter Jolie (wjolie@ph2.uni-koeln.de)

II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln

**Ausgabe:**            **Mittwoch, 12.04.2023**

**Abgabe:**            **Mittwoch, 19.04.2023, bis 8 Uhr über ILIAS**

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	<b>Summe</b>
Points:	5	5	5	5	20
Punkte:					

Bitte Aufgaben zusammen mit Aufgabenblatt als PDF hochladen. Namen, Matrikelnummer und Gruppennummer deutlich lesbar eintragen (sonst Punktabzug). Abgabe in Gruppen zu 2, max. 3 Personen erwünscht. Die Teammitglieder müssen in der gleichen Übungsgruppe sein.

### 1. [5 Punkte] Kurzfragen

Markieren Sie im folgenden die richtigen Satzenden (Mehrfachauswahl möglich).

- Die Physik der kondensierten Materie
  - beinhaltet die Plasmaphysik als Teilgebiet. ☐
  - beschäftigt sich auch mit Gelen. ☐
  - beinhaltet nicht die Festkörperphysik. ☐
  - beinhaltet die Physik von Flüssigkristallen. ☐
- Die Festkörperphysik ist dadurch gekennzeichnet, dass
  - sie Körper mit periodischer Anordnung der Bausteine behandelt. ☐
  - sie sich mit den Eigenschaften von Kristallen beschäftigt. ☐
  - sie aufgrund der periodischen Anordnung der Kristallbausteine keine Näherungsverfahren benötigt. ☐
  - sie kein Teilgebiet der Physik der kondensierten Materie ist. ☐
  - als Teilbereich der Physik insbesondere durch die Entdeckung der Supraleitung Anwendungsrelevanz erhalten hat. ☐
- Ein Bravaisgitter
  - hat als Basis drei primitive Translationen. ☐
  - ist eine unendlich ausgedehnte Anordnung von Punkten, die gleich aussieht, egal von welchem Gitterpunkt aus man es betrachtet. ☐

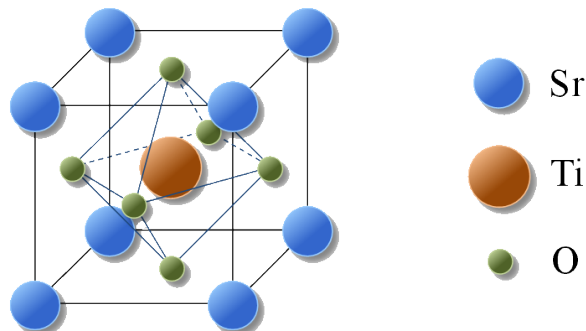
- ist eine Kristallstruktur, die eine Basis besitzt. ☐
- ist eine Kristallstruktur, die eindeutige primitive Translationen besitzt. ☐
- Eine primitive Einheitszelle
  - repräsentiert als Wigner-Seitz Zelle nicht die volle Symmetrie des zugrundeliegenden Gitters. ☐
  - wird durch die primitiven Translationen des Gitters aufgespannt und hat das Volumen des Spatproduktes. ☐
  - ist identisch mit der konventionellen Einheitszelle, wenn diese die volle Symmetrie des Gitters repräsentiert. ☐
  - enthält genau einen Bravaisgitterpunkt. ☐
- Die primitiven Einheitszellen folgender Kristallstrukturen besitzen eine zweiatomige Basis:
  - Diamant ☐
  - Iridium ☐
  - Silizium ☐
  - NaCl ☐
  - Polonium ☐

## 2. [5 Punkte] Einheits- versus primitive Zelle

Geben Sie für das sc-, bcc- und fcc-Gitter die Anzahl der Gitterpunkte in der konventionellen Einheitszelle, das Volumen der jeweiligen primitiven Zelle und die Koordinationszahl an. Die Koordinationszahl ist die Anzahl nächster Nachbarn zu einem Gitterpunkt.

## 3. [5 Punkte] Perowskitstruktur

- (a)  $\text{SrTiO}_3$  kristallisiert in der Perowskitstruktur. Dabei besetzen die Sr-Atome die Ecken, die Ti-Atome die Raumzentren und die O-Atome die Flächenzentren eines Einheitswürfels. Geben Sie den Bravaistyp dieses Gitters, die jeweilige Anzahl nächster Nachbarn der verschiedenen Atome und die Basisvektoren an.



- (b) Damit ein Kristall der Summenformel  $\text{ABO}_3$  in der Perowskitstruktur vorliegen kann, muss der sogenannte Toleranzfaktor  $t$  ungefähr 1 betragen. Der Toleranzfaktor ergibt sich aus den Radien der jeweiligen Atome durch  $t = \frac{r_A + r_O}{\sqrt{2}(r_B + r_O)}$ . Diskutieren Sie die Bedeutung von  $t$  und berechnen Sie für  $\text{SrTiO}_3$  den Toleranzfaktor und die Packungsdichte. Die Ionenradien betragen  $r_{\text{Sr}^{2+}} = 1.44\text{\AA}$ ,  $r_{\text{Ti}^{4+}} = 0.605\text{\AA}$ ,  $r_{\text{O}^{2-}} = 1.35\text{\AA}$  und die Gitterkonstante von  $\text{SrTiO}_3$  ist  $a = 3.905\text{\AA}$ .

**4. [5 Punkte] Graphen und Graphit**

Graphen bildet eine zweidimensionale Honigwabenstruktur. Dabei ist jedes Kohlenstoffatom im Winkel von  $120^\circ$  von drei weiteren Atomen umgeben. Für die Untersuchung der ungewöhnlichen Eigenschaften von Graphen erhielten Geim und Novoselov 2010 den Nobelpreis in Physik.

- (a) Skizzieren Sie die Struktur von Graphen und geben Sie die beiden Gittervektoren des zweidimensionalen Bravaisgitters in kartesischen Koordinaten an. Stellen Sie ebenfalls die Wigner-Seitz-Zelle graphisch dar.
- (b) Skizzieren Sie die Kristallstruktur von Graphit. Geben Sie die Beträge der Gittervektoren (mit Quellenangabe) und die Wigner-Seitz-Zelle des zugehörigen Gitters an.

**Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20**