Name(n)/Matrikelnummer(n): Übungsgruppe:

Festkörperphysik, SoSe 2023

Übungsblatt 3

Prof. Dr. Thomas Michely
Dr. Wouter Jolie (wjolie@ph2.uni-koeln.de)
II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln

Ausgabe: **Mittwoch, 26.04.2023**
Abgabe: **Mittwoch, 03.05.2023, bis 8 Uhr über ILIAS**

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	**Summe**
Points:	5	7	3	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).

   - Das reziproke Gitter zu einem Bravais Gitter mit Translationen R ist
     - die Menge aller Wellenvektoren, die in den ebenen Wellen der Fourrierreihendarstellung einer gitterperiodischen Funktion erscheinen können. ☐
     - definiert durch Vektoren $\vec{b}_1 = \pi/V_{Zelle}(\vec{a}_1 \times \vec{a}_2); \vec{b}_2 = \pi/V_{Zelle}(\vec{a}_2 \times \vec{a}_3)$ und $\vec{b}_3 = \pi/V_{Zelle}(\vec{a}_3 \times \vec{a}_1)$. ☐
     - definiert durch $e^{iGR} = 1$. ☐
     - wiederum ein Bravais Gitter. ☐
     - im Falle des hexagonalen Gitters das rhomboedrische Gitter. ☐
   - In der Braggschen Beugungsbedingung
     - wird angenommen, dass jede Netzebene einen kleinen Teil der einfallenden Strahlung spiegelnd reflektiert. ☐
     - wird angenommen, dass die Atome in verschiedenen Netzebenen übereinandersitzen, d.h. in Bezug auf das Lot auf eine Netzebene auf parallelen Linien. ☐
     - muss $2d \sin\theta = m\lambda$ für konstruktive Interferenz, wo λ die Wellenlänge der einfallenden Strahlung, m eine natürliche Zahl, d der Netzebenenabstand und θ der Einfallswinkel der Strahlung in Bezug auf die Netzebene ist. ☐

- liefert jede Netzebenenschar bei monochromatischer einfallender Strahlung mindestens einen Beugungsreflex. ☐
- können bei polychromatischer einfallender Strahlung keine höheren Beugungsordnungen auftreten. ☐

- Die Millerschen Indizes (hkl)
  - sind die Komponenten eines Vektors im direkten Gitter, der senkrecht auf den Ebenen im direkten Gitter steht, die mit (hkl) indiziert werden. ☐
  - sind die Komponenten eines Vektors im reziproken Gitter, der senkrecht auf den Ebenen im direkten Gitter steht, die mit (hkl) indiziert werden. ☐
  - sind die Kehrwerte der Achsenabschnitte einer Netzebene mit den Kristallachsen und erweitert auf kleinste ganze Zahlen. ☐
  - charakterisieren eindeutig eine bestimmte Netzebenenschar im Kristall, zu der es keine andere kristallographisch äquivalente Netzebenenschar gibt. ☐
  - können keine negativen Einträge h, k, oder l besitzen. ☐
- Folgende Angaben zur Charakterisierung einer Richtung oder Netzebene im Kristall sind richtig:
  - [110] ist eine Richtung im reziproken Gitter. ☐
  - $<110>$ spezifiziert einen Satz von zur [110]-Richtung kristallographisch äquivalenten Richtungen. ☐
  - (110) sind die Millerschen Indizes der (110)-Ebene im direkten Gitter. ☐
  - $\{110\}$ sind die Millerschen Indizes der (110)-Ebene im reziproken Gitter. ☐
  - in Kristallsystemen mit rechtwinkligen Kristallachsen steht eine Richtung mit denselben Komponenten wie die Zahlen der Millerschen Indizes einer Ebene (hkl) immer senkrecht auf der dieser, d.h. $[hkl]$ ist senkrecht auf der Ebene (hkl). ☐
- Die 1. Brillouinzone
  - ist eine nach Leon Brillouin benannte Zone von Punkten im reziproken Raum, die nur Punkte enthält die weiter von einem Gitterpunkt entfernt sind, als die diesem Gitterpunkt nächstgelegenen Punkte. ☐
  - ist eine Zone im direkten Gitter, die alle einem bestimmten Gitterpunkt nächstgelegenen Punkte enthält. ☐
  - entspricht der Wigner Seitz Zelle des direkten Gitters, aber im reziproken Gitter. ☐
  - ist eine Zone ohne Streureflexe im Beugungsbild. ☐
  - kann durch Bildung von mittelsenkrechten Ebenen auf den Verbindungslinien zwischen einen Gitterpunkt (z. B. den Ursprung) und umliegenden Gitterpunkten des reziproken Gitters konstruiert werden. Dass von diesen Ebenen eingeschlossene Volumen um diesen reziproken Gitterpunkt (z. B. den Ursprung), dass selbst keine mittelsenkrechten Ebenen enthält, ist die 1. Brillouinzone. ☐

2. **[7 Punkte] Reziproke Gitter**

   Berechnen Sie die primitive Translationen der reziproken Gitter für die primitiven Translationen der direkten Gitter, die unten aufgeführt sind. Von welchem Typ sind jeweils die direkten und reziproken Bravais Gitter?

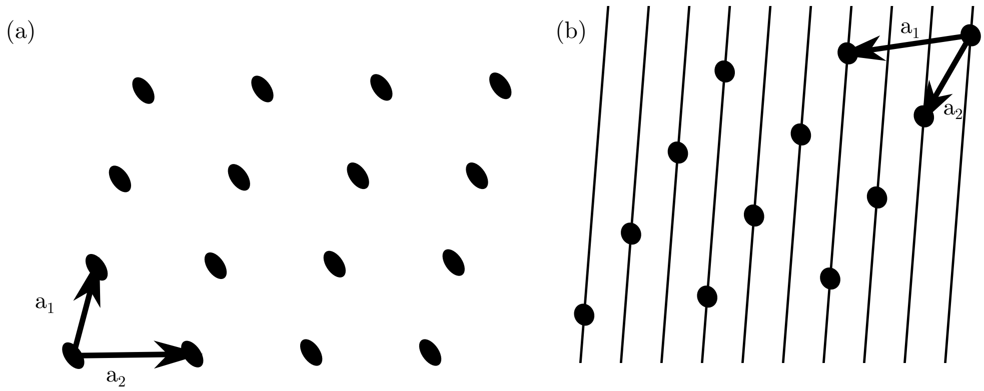
   (a) $\vec{a}_1 = \frac{a}{2}(\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - \vec{e}_3)$, $\vec{a}_2 = \frac{a}{2}(-\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + \vec{e}_3)$, $\vec{a}_3 = \frac{a}{2}(\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3)$

   (b) $\vec{a}_1 = a\vec{e}_1$, $\vec{a}_2 = -\frac{a}{2}\vec{e}_1 + a\sqrt{\frac{3}{4}}\vec{e}_2$, $\vec{a}_3 = c\vec{e}_3$

3. **[3 Punkte] Millersche Indizes**

   (a) Zeichnen Sie in die Abbildung (a) alle Netzebenen mit den Millerschen Indizes (21) ein. Zeichnen Sie ebenfalls den Richtungsvektor [21] ein.

   (b) Bestimmen Sie in der Abbildung (b) die Millerschen Indizes der eingezeichneten Netzebenen.



4. **[5 Punkte] Äquivalente Definitionen**

   Beweisen Sie, dass die beiden Definitionen für die Millerschen Indizes, die in der Vorlesung gegeben wurden, äquivalent sind.

Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20