

Nachfolgend finden Sie Aufgaben zu verschiedenen Festkörperphysik-Themen, die im vergangenen Semester behandelt wurden; lassen Sie sich animieren, sich mit dem Fachgebiet zu beschäftigen... Aber Achtung: Das ist keine Testklausur! Und: Wie ausführlich die Aufgaben in der Übung besprochen werden können, wird sich zeigen.

(Vermutung: Angabe von Lösungswegskizze und Ergebnis, also viel Raum für Sie)

Noch ein Hinweis: In der Mittwochs-VL können Sie Ihren Klausur-Vorbereitungs-Stand testen...

Aufgabe W1: Nachbarn

Was ist die Distanz zwischen Atomen und ihren nächsten, übernächsten und überübernächsten Nachbarn im flächenzentrierten orthorhombischen Gitter mit einatomiger Basis, wenn gilt: $b/a = 1,1$ und $c/a = 1,2$?

Wie in den meisten Fällen sollten Sie mit einer Skizze beginnen...

Aufgabe W2: Atomanordnung in einer Gitterebene

Zeichnen Sie die Anordnung der Atome einer (110)-Ebene in einem Diamantgitter auf. Ihre Zeichnung soll mindestens 25 Atome enthalten. Beschriften Sie Ihre Skizze auch mit einigen Distanzen in Einheiten der kubischen Gitterkonstanten a .

Aufgabe W3: Miller-Indizes

Finden Sie einen Ausdruck für den Zwischenwinkel zwischen Ebenen mit den Miller-Indizes (hkl) und (mnp) . Wie groß ist der Winkel zwischen verschiedenen (111)-Ebenen und zwischen (111)- und (100)-Ebenen des Siliziumgitters? (Dies betrifft übrigens die Geometrie naschemisch geätzter Kavitäten in Silizium.)

Aufgabe W4: Druck eines Fermi-Gases

Aus der inneren Energie $U(S, V, N)$ eines Systems, welche als Funktion der Entropie S , des Volumens V und der Teilchenzahl N gegeben ist, lässt sich durch partielles Ableiten nach dem Volumen der im System herrschende Druck berechnen:

$$p = - \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{S, N}.$$

- a) Zeigen Sie, dass ein Fermi-Gas mit der Fermi-Energie E_F auch am absoluten Nullpunkt der Temperatur einen "Fermi-Druck" besitzt, dessen Wert gegeben wird durch

$$p_0 = \frac{2}{5} n E_F(0).$$

- b) Das Elektronengas von Alkalimetallen kann in guter Näherung als freies Elektronengas angesehen werden. Berechnen Sie den Fermi-Druck, welchen das Elektronengas im Innern von Kalium (innenzentriert kubisches Gitter, $a = 5.225 \text{ \AA}$) ausübt. Wie lässt es sich erklären, dass ein Metall angesichts des hohen Fermi-Drucks der Elektronen nicht explosionsartig zerfällt?

Aufgabe W5: Ebenes quadratisches Gitter

Betrachten Sie ein einfaches quadratisches Gitter in zwei Dimensionen.

- a) Zeigen Sie, dass die kinetische Energie eines freien Elektrons an einer Ecke der ersten Brillouin-Zone doppelt so groß ist wie die eines Elektrons im Mittelpunkt einer Seitenfläche der Zone.
- b) Wie groß ist dieses Verhältnis für ein einfaches kubisches Gitter in drei Dimensionen?

Aufgabe W6: Debye-Scherrer-Methode

Berechnen Sie zwei der Öffnungswinkel der Röntgenstreueringel an einer Pulverprobe aus einem fiktiven Material mit einfach kubischer Struktur und einer Gitterkonstanten $a = 3.56 \text{ \AA}$ für ein Strukturaufklärungsexperiment mit Cu-K $_{\alpha}$ -Strahlung ($\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$).

Aufgabe W7: Gitterschwingungen

Betrachten Sie einen endlichen (kubischen) Kristall mit dem Volumen V , der aus N Elementarzellen bestehen soll. In der Vorlesung wurde gezeigt, dass aus der Forderung, dass alle Gittereigenschaften periodischen Randbedingungen genügen sollen, Einschränkungen an die Wellenvektoren k , die die Gitterschwingungen beschreiben, folgen. Wie viele Werte für k sind möglich? Welchen Abstand haben zwei benachbarte k -Werte im k -Raum? Wie groß ist folglich die Zustandsdichte im reziproken Raum? Für große N sind die Zustände im reziproken Raum homogen und quasikontinuierlich verteilt. Geben Sie einen Ausdruck für die Zahl der Gitterschwingungen in einem Frequenzintervall $[\omega, \omega + \delta\omega]$ an.