

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2012/2013)

Prof. Dr. H. v. Löhneysen / Dr. G. Fischer

Übungsblatt 3

Besprechung am 15. November 2012

Aufgabe 1 (4,5 Punkte)

- a) Wie groß ist die Raumfüllung bei einfach-kubischer (sc), kubisch-raum-zentrierter (bcc) und kubisch-flächenzentrierter (fcc) Struktur, wenn die Kristalle aus harten, sich berührenden Kugeln aufgebaut sind? (1,5 P.)
- b) Wie groß ist das Verhältnis c/a für die hexagonal dichteste (hcp) Kugelpackung? Wie groß ist die Raumfüllung bei hexagonal-dichtester (hcp) Struktur, wenn die Kristalle aus harten, sich berührenden Kugeln aufgebaut sind? (1 P.)
- c) Welche Dichte haben unter diesen Voraussetzungen folgend Elemente:
Ba (bcc) mit Gitterkonstante $a_{\text{Ba}} = 0.502 \text{ nm}$ und Molmasse $m_{\text{Ba}} = 137.34 \text{ g/mol}$;
Pb (fcc), $a_{\text{Pb}} = 0.495 \text{ nm}$, $m_{\text{Pb}} = 207.19 \text{ g/mol}$ und Mg (hcp), $a_{\text{Mg}} = 0.321 \text{ nm}$,
 $m_{\text{Mg}} = 24.312 \text{ g/mol}$? (1 P.)
- d) Berechnen Sie die Raumerfüllung für NaCl und CsCl. Warum kristallisieren wohl nicht alle Ionenkristalle in CsCl-Struktur, obwohl es die höhere Koordinationszahl hat? Zahlenwerte: $r_{\text{Na}^+} = 0,95 \text{ \AA}$, $r_{\text{Cs}^+} = 1,69 \text{ \AA}$, $r_{\text{Cl}^-} = 1,81 \text{ \AA}$, $a_{\text{NaCl}} = 5,62 \text{ \AA}$ und $a_{\text{CsCl}} = 4,13 \text{ \AA}$. (1 P.)

Aufgabe 2 (2,5 Punkte)

In den besprochenen einfachen Strukturen entstehen an bestimmten Stellen Hohlräume, die unter bestimmten Bedingungen durch zusätzliche Atome besetzt werden können. Stabile Zwischengitterplätze sind durch eine hohe Lagesymmetrie (Punktsymmetrie) ausgezeichnet.

- a) An welchen Stellen der kubischen Elementarzelle der sc- (1 Platz), bcc- (2 Plätze) und der fcc- (2 Plätze) Struktur befinden sich die stabilen Zwischengitterplätze und welche Lagesymmetrie haben diese? (1 P.)
- b) Wie groß ist der Durchmesser einer harten Kugel, die jeweils genau in einen solchen Zwischengitterplatz passt? (1,5 P.)

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Rechnen mit Millerschen Indices und dem reziproken Gitter.

- a) Zeigen Sie, dass jeder reziproke Gittervektor $\mathbf{G}_{hkl} = h\mathbf{g}_1 + k\mathbf{g}_2 + l\mathbf{g}_3$ senkrecht auf den Netzebenen (hkl) des Ortsraums steht. (1 P.)
- b) Zeigen Sie, dass der Abstand d_{hkl} zweier benachbarter Netzebenen durch $d_{hkl} = 2\pi/|\mathbf{G}_{hkl}|$ gegeben ist. (0,5 P.)
- c) Geben Sie in kartesischen Koordinaten die Basisvektoren einer primitiven Elementarzelle für ein fcc- und für ein bcc-Gitter an. Welche Symmetrie haben jeweils die reziproken Gitter? (0,5 P.)
- d) Berechnen Sie für ein sc-Gitter den Winkel ϕ zwischen zwei Netzebenen, die durch $(h_1k_1l_1)$ und $(h_2k_2l_2)$ gegeben sind sowie den Abstand d_{hkl} (Gitterkonstante a). (1 P.)

Aufgabe 4 (1 Punkt)

Berechnen Sie den Strukturfaktor S_{hkl} für die CsCl-Struktur (sc). Wie ändert sich der Strukturfaktor, wenn man Cs und Cl nicht unterscheiden könnte? Das entspräche dem Übergang von der CsCl-Struktur zum ein-atomaren bcc-Gitter.