

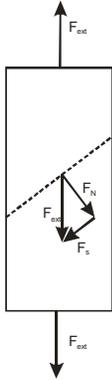
Übungen zur Vorlesung Festkörperphysik SS 2008

Blatt 7

Abgabetermin Freitag 06.06.2008 12:00h

Aufgabe 1

Streckversuch für einen Einkristall. Ein Stab aus einem kubischen idealen Einkristall dessen Enden parallel zur 100 Ebene sind wird einem Zugversuch unterworfen.



Dazu wird an den Enden eine Zugspannung $\sigma = F_{ext} / A_0$ angelegt, wobei A_0 die Querschnittsfläche des Kristalls ist. Wie wird sich der Kristall während des Zugversuchs verformen, wenn die plastische Verformung durch Abgleiten von Netzebenen gegeneinander erfolgt? Hinweis: Überlegen Sie sich, unter welchem Winkel die maximale Scherspannung $\tau = F_S / A$ auftritt wobei $F_S =$ Scherkraft und $A =$ Schnittfläche parallel zu F_S (gestrichelt in der Skizze). Entlang welcher Gitterebenen wird demzufolge das Abgleiten für die folgenden kubischen Kristalle erfolgen: a) sc b) bcc c) fcc ? Wie weit müssen die Netzebenen jeweils gleiten, bis die Atome wieder mit der gleichen Konfiguration zur Deckung kommen? Wenn man annimmt, dass jedes Atom jeweils gegen eine Federkraft mit derselben Federkonstanten k verschoben werden muss, welches der 3 Gitter sollte dann am wenigsten stabil sein? (13 Punkte)

Aufgabe 2

Für Kupfer beträgt die Energie E_L zur Bildung einer Leerstelle 1,18 eV und die Schwingungsentropie pro Leerstelle $S_L = 1,5 k_B$.

- Wie groß ist die relative Konzentration an Leerstellen in Kupfer bei Zimmertemperatur? (3 Punkte)
- Wie groß ist die relative Konzentration an Leerstellen in Kupfer bei 90% der Schmelztemperatur $T_m = 1358^\circ\text{C}$. (3 Punkte)
- Wie groß ist bei diesen beiden Temperaturen die Volumenausdehnung $\Delta V/V$ die durch das Auftreten der Leerstellen verursacht wird? (2 Punkte)
- Berechnen Sie den linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten für Kupfer bei beiden Temperaturen der durch die Leerstellen hervorgerufen wird. Benutzen Sie dazu die Beziehung zwischen dem linearem

Ausdehnungskoeffizienten α und dem Volumenausdehnungskoeffizienten γ $\alpha = \frac{1}{3} \gamma$ sowie die Gleichung

$$\gamma = \frac{\partial}{\partial T} \frac{\Delta V}{V}.$$

Wie groß ist im Vergleich dazu der experimentell gemessene lineare Ausdehnungskoeffizient von Kupfer (der in erster Linie die normale thermische Ausdehnung durch Gitterschwingungen und die damit verbundene Änderung der Gitterkonstanten beschreibt)? (10 Punkte)

- Wie könnte man experimentell die beiden Anteile unterscheiden? (2 Punkte)

Aufgabe 3

Um die Zahl von Defekten in einem Kristall zu verringern wird oft ein Tempersschritt (Annealing) verwendet, bei dem der Kristall auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur aufgeheizt wird. Berechnen Sie für einen Goldkristall (fcc-Gitter mit Gitterkonstante $a = 4,08 \text{ \AA}$) die Zeit, bis eine Leerstelle aus 1 mm Tiefe an die Oberfläche der Probe gewandert ist.

- bei Zimmertemperatur.
- Bei 90% der Schmelztemperatur von 1064°C

Benutzen Sie dazu die folgenden Angaben: Die typischen Schwingungsfrequenzen der Atome im Gitter betragen $\nu_0 \approx 10^{13} \text{ Hz}$. Die Aktivierungsenergie für einen Sprung der Leerstelle beträgt 0,78 eV. Der Diffusionskoeffizient D ist gegeben durch

$D = \frac{1}{6} d^2 \nu$, wobei ν die mittlere Sprungfrequenz ist. Letztere erhält man aus der Schwingungsfrequenz multipliziert

mit der Wahrscheinlichkeit für das Überwinden thermische Überwinden der Aktivierungsenergie. Die mittlere

Diffusionslänge L ist gegeben durch $L = \sqrt{6Dt}$. (10 Punkte)