

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2010/2011)

W. Wulfhekel / P. Bushev

Übungsblatt 5

Besprechung am 24. November 2011

Aufgabe 1 (2 Punkte)

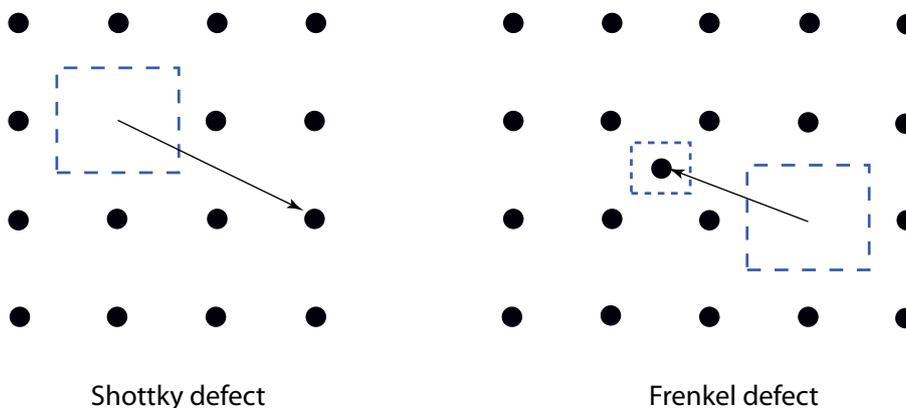
Im Grundzustand des Wasserstoffatoms ist die Teilchenzahldichte gegeben durch $n(r) = (\pi a_0^3)^{-1} \exp(-2r/a_0)$, mit dem Bohrschen Radius a_0 . Berechnen sie den Formfaktor.

Aufgabe 2 (3 + 3 Punkte)

Berechnen sie die Gleichgewichtskonzentration von

- a) Schottkydefekten,
- b) Frenkeldefekten,

in einem metallischen Kristall, wenn die Aktivierungsenergie einer einzelnen Fehlstelle $U = 1$ eV ist.



Hinweis 1: Ein Schottkydefekt ist ein Punktdefekt, bei dem ein Atom aus dem Gitter entfernt wurde (s. Bild). Von einem Frenkeldefekt spricht man, wenn ein Atom oder Kation aus dem Gitter entfernt wird und dieses einen Zwischengitterplatz, an dem normalerweise kein Atom sitzt, in der näheren Umgebung einnimmt.

Hinweis 2: Wenn n Defekte im Kristall existieren, dann gilt im thermodynamischen Gleichgewicht $\partial F/\partial n = 0$, mit der freien Energie $F = E - TS$. Die thermodynamische Wahrscheinlichkeit einer beliebigen aber fest gewählten Verteilung von n_V Fehlstellen über $N + n_V$ Gitterplätze ist gegeben durch $W = (N + n_V)!/n_V!N!$. Verwenden sie die Stirling Formel $\ln x! = x \ln x - x, x \gg 1$.

Aufgabe 3 (2 Punkte)

Zur Beschreibung der optischen Eigenschaften von Farbzentren (F-Zentren) gibt es zwei einfache Modelle, nämlich das "Wasserstoffmodell" und das "Potentialtopfmodell".

- a) Im Wasserstoffmodell wird angenommen, dass sich das eingefangene Elektron im Feld einer positiven Punktladung e bewegt. Die umgebenden Ionen werden durch die Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = n'^2$ berücksichtigt, wobei n' für den Brechungsindex steht. Wie groß ist die Energiedifferenz, E_W , zwischen Grundzustand und dem ersten angeregten Zustand?
- b) Im Potentialtopfmodell geht man davon aus, dass das Elektron in einem dreidimensionalen unendlich hohem Potentialtopf der Breite $L = 2R_0$ gefangen ist. R_0 steht für den Abstand zu den nächsten Nachbarn. Wie groß ist die Energiedifferenz, E_P , zwischen dem Grundzustand und dem ersten angeregten Zustand?

Berechnen Sie für die drei Alkalihalogenide LiF, NaCl und RbJ jeweils E_W und E_P . LiF, NaCl und RbJ besitzen die gleiche Struktur, ihre Gitterkonstanten haben folgende Werte: 4,02 Å, 5,64 Å und 7,34 Å. Der Brechungsindex ist (wieder in gleicher Reihenfolge) $n' = 1,41$, 1,56 und 1,65.

Zum Vergleich: die gemessenen Werte für die Energiedifferenz zwischen dem Grundzustand und dem ersten angeregten Zustand sind 5,0 eV, 2,7 eV und 1,6 eV.

Informationen zur Vorlesung und Übungsblätter:
<http://www.phi.kit.edu/physik5.php>