UNIVERSITE IBN TOFAIL
Ecole Nationale des Sciences Appliquées
Kénitra

Année universitaire 2012-2013
ENSAK
Semestre 4

Elément du module : Propriétés de base des matériaux

Contrôle

Exercice 1 :

a) Représenter quelques plans et rangées réticulaires du système cubique.

Les plans : (021), (320), $(1\bar{1}1)$ et les rangées : [101], $[12\bar{1}]$, [232]

b) Calculer l'angle entre les directions [110] et [210]

Exercice 2 :

a) Donner les caractéristiques de la maille élémentaire du réseau cubique à faces centrées (c f c).

b) Déterminer le réseau réciproque du cubique à faces centrées ainsi que son volume.

Exercice 3 :

$\vec{G} = h\vec{a}^* + k\vec{b}^* + l\vec{c}^*$ désigne un vecteur du réseau réciproque.

a) Montrer que ce vecteur est perpendiculaire au plan (hkl) du réseau direct.

b) Montrer que la distance d_{hkl} entre deux plans (hkl) consécutifs est inversement proportionnelle au module de $\vec{G}(hkl)$.

c) En déduire l'expression de d_{hkl} pour un réseau hexagonal.

Exercice 4 :

Un composé binaire (**AB**), constitué de deux types d'atomes **A** et **B**, réduit en poudre est placé au centre d'une chambre de Debye-Scherrer de circonférence égale à 240 mm. Cette poudre cristalline est soumise à un rayonnement Cu-Kα filtré par le nickel (λ=1,54 Å), on obtient donc un diagramme d'anneaux de diamètres **Øa** et d'intensités **I** donnés par le tableau suivant :

480

Raie N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Øa (mm)	31	36	51	60,5	63,5	74	81,5	83,9	93
Intensité	m	TF	F	f	m	m	Tf	m	f

a) Sachant que **AB** cristallise dans un système cubique, donner le type du réseau

b) Déterminer le facteur de structure de **AB** en fonction des facteurs de diffusion atomiques $\mathbf{f_A}$ et $\mathbf{f_B}$. Expliquer les différences d'intensité des raies.

c) Calculer le paramètre **a** de la maille en utilisant la raie la plus intense.

d) Indexer les raies.

UNIVERSITE IBN TOFAIL
Ecole Nationale des Sciences Appliquées
Kénitra

Année universitaire 2012-2013
ENSAK
Semestre 4

Elément du module : Propriétés de base des matériaux

Examen

Exercice I :

1) Montrer que la densité d'état pour le gaz d'électrons libres est égale :

A trois dimensions : $D(E) = A \cdot \sqrt{E}$

A deux dimensions : $D(E) = B = cste$

A une dimension : $D(E) = C \cdot \frac{1}{\sqrt{E}}$

(Déterminer A, B et C)

2) Montrer que sous l'effet d'un champ externe, les électrons dans un semiconducteur se déplacent avec une masse effective m* différente de leur masse propre. Discuter le signe de la masse effective aux extremums des bandes de conduction et de valence.

3) Sachant que dans un semiconducteur intrinsèque, on a les relations :

$n_i = N_c \exp(E_{Fi}-E_c/KT)$ $\quad$ $p_i = N_v \exp(E_v-E_{Fi}/KT)$

avec $N_c = 2(2\pi\, m_c^* KT/h^2)^{3/2}$ $\quad$ $N_v = 2(2\pi\, m_v^* KT/h^2)^{3/2}$

Donner l'expression du niveau de Fermi ainsi que la concentration n_i pour un semiconducteur intrinsèque en fonction de la température et du gap.

Exercice II :

Un échantillon de silicium est fortement dopé avec 10^{17} atomes d'As/cm^3. L'arsenic est un atome n dopant donneur.

a) Quelle est la concentration de trous p_0 à l'équilibre à 300K.

b) Déterminer la situation du niveau de Fermi E_{Fn} à la température ambiante, par rapport au niveau de Fermi intrinsèque E_i.

c) Si la substance devait être converti en type p, quelle est la concentration des dopants introduits pour déplacer le niveau de Fermi de 0,2 eV en dessous du niveau d'énergie intrinsèque.

d) Si n_i à la température T est égal à N_d, calculer la concentration des électrons n et des trous p à la température T.

(On donne : densité intrinsèque du silicium $n_i = 1{,}5\ 10^{10}$ cm^{-3})

25 meV

Exercice III :

On considère un échantillon de germanium à 300 K, où $n_i = 2.5\ 10^{13}\ cm^{-3}$.

1) Calculer la résistivité de cet échantillon s'il est intrinsèque, sachant que μ_n=3800 $cm^2.V^{-1}.s^{-1}$ et

$\mu_p = 1800\ cm^2.V^{-1}.s^{-1}$.

2) a. En fait, il présente une concentration en atomes donneurs $N_D = 2\ 10^{14}\ cm^{-3}$ et une concentration en atomes accepteurs $N_A = 3\ 10^{14}\ cm^{-3}$. Est-ce un semiconducteur de type P ou de type N ?

b. Même question si $N_A = N_D = 10^{15}\ cm^{-3}$.

c. Même question si $N_A = 10^{14}\ cm^{-3}$ et $N_D = 10^{16}\ cm^{-3}$.

3) Calculer la résistivité d'un échantillon de germanium présentant une concentration (proportion de substitution) de 10^{-8} atomes/cm^3 de type donneur, sachant que la masse atomique du germanium est M=72,6 g et sa densité 5,32.

$\mu =$

$\rho = \dfrac{1}{n.q.\mu}$

Constantes universelles :

Constante de Boltzmann : $k_B = 1,38.10^{-23}$ J.K^{-1}

Constante d'Avogadro : $N_a = 6,02.10^{23}$ mol^{-1}

Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34}$ J.s

Charge élémentaire (de l'électron) : e : $1,6.10^{-19}$ C

Masse de l'électron : $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg