Pr. M. ABD-LEFDIL
L.P.M.

Université Mohammed V
Faculté des Sciences-Rabat

Année universitaire 98-99

Examen de Physique 4
Option Physique des Solides

I) Soit un réseau cristallin de vecteurs fondamentaux ($\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$).
Montrer qu'un vecteur du réseau réciproque de composantes (h,k,l) est perpendiculaire au plan d'indices de Miller (hkl).
En déduire que le module de ce vecteur est inversement proportionnel à la distance inter-réticulaire d_{hkl}.
<u>Application :</u>
Calculer les vecteurs du réseau réciproque d'un réseau hexagonal et les représenter sur une figure.
En déduire une relation géométrique entre les vecteurs des réseaux réciproque et direct.
Calculer la distance d_{hkl}.

--

II) On considère un faisceau de rayons incidents, de longueur d'onde λ et de direction $\vec{u}_0 = \frac{\vec{k}_0}{k_0}$.

Soit $\vec{u} = \frac{\vec{k}}{k}$ la direction du faisceau diffracté par un atome quelconque du réseau cristallin.

1-Calculer la différence de phase entre les ondes diffractées par l'atome situé à l'origine A et un atome P quelconque du réseau. Quelle est alors la condition généralisant la formule de Bragg.
2-En déduire que : $2\, d_{hkl} \sin\theta = \lambda$. 5diffraction de premier ordre)
3-Que devient la formule de Bragg quand on tient compte de l'indice de réfraction du milieu?

--

III) Soit 2 atomes, notés A_1 et A_2 d'un même gaz rare, séparés par la distance r.
A un instant donné, le mouvement orbital des électrons de l'atome A_2 donne naissance à un moment dipolaire $\vec{p}_2$.

1-Calculer le champ électrique $\vec{E}$ créée par $\vec{p}_2$ à la distance r.

2-Sachant que ce champ $\vec{E}$ induit sur l'atome A_1 un moment dipolaire $\vec{p}_1 = P\vec{E}$ où P est la polarisabilité de l'atome A_1, calculer l'énergie d'interaction des 2 dipôles. Interpréter le résultat obtenu.
3-En déduire l'expression de l'énergie de Lennard-Jones dans le cas où l'énergie de répulsion est donnée par $A\exp[-\frac{r}{r_0}]$. Que représente A et r_0 .Conclure.

--

IV) Soit un réseau linéaire de n atomes de masse m équidistants de b.
1-Déterminer la relation de dispersion $\omega = \omega(k)$ des vibrations longitudinales dans le cas où on ne tient compte que des interactions entre premiers voisins.
En déduire la fréquence maximale υ_{max} de ces vibrations.
2-Rappeler brièvement les bases des modèles d'Einstein et de Debye.
3-Dans la suite, on s'intéressera seulement au modèle de Debye.
Déterminer la fréquence de Debye υ_D. Commenter
Comparer υ_{max} à υ_D.
4-Calculer la capacité calorifique C_v du réseau.
Etudier les cas limites (hautes et basses températures). Interpréter les résultats obtenus.

On donne : $\sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p^2} = \frac{\pi^2}{6}$.

N.B. : Les détails des calculs sont exigés.
Tout nouveau symbole utilisé dans vos réponses doit être clairement défini.
La présentation de la copie sera prise en considération.