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

Université Mohammed V **Année universitaire 1999-2000**
Faculté des Sciences-Rabat

Examen de Physique IV
Option Physique des Solides

I- Par des considérations de symétrie, montrer que le nombre de réseaux de Bravais bidimensionnels est égal à 5.
On déterminera la nature de ces réseaux tout en précisant leurs groupes de symétrie.

II- On se propose d'étudier le cristal de chlorure de potassium KCl.

1- Décrire la structure de KCl.
2- Calculer le facteur de structure et discuter les différents cas possibles.
3- Evaluer la constante de Madelung, par la méthode d'Evjen, dans un cube d'arête 2a où a est le paramètre du réseau cristallin. En déduire l'énergie électrostatique d'attraction.
4- Expliquer l'origine physique de l'existence de forces de répulsion.
5- Représenter graphiquement l'énergie de cohésion du cristal et déterminer la position d'équilibre dans la cas où l'énergie de répulsion est donnée par $\frac{B}{r^n}$ où B est une constante positive et n >1.
6- Calculer le coefcient de compressibilité de KCl à 0°K.

III- Soit une chaîne linéaire cristalline diatomique de paramètre a et contenant N atomes de masse m_1 et N atomes de masse $m_2 < m_1$.
L'atome m_i de la n $^{\text{ième}}$ maille sera repéré par la coordonnée de position $q_{n,i}$.

1- Exprimer l'énergie cinétique totale de la chaîne.
2- Dans le cas de l'approximation harmonique et en prenant en considération seulement les interactions entre premiers voisins, exprimer l'énergie potentielle totale de la chaîne.

C est la constante de couplage entre 2 atomes voisins.

3- dans la suite , on se propose d'introduire les coordonnées généralisées collectives $e_\alpha(k)\ A_k$:

$$q_{n,i} = \frac{1}{\sqrt{m_i N}} \sum_k e_i(k) A_k e^{jKna}$$

avec $k = \frac{2\pi}{Na}\ell$ et $j^2=-1$

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

a) Montrer que $\sum_n \frac{e^{jna(k+k')}}{N} = \delta_{k,-k'}$

b) Que deviennent les expressions de 1- et 2-.

4- Calculer le Lagrangien L et montrer que l'équation de Lagrange est donnée par :

$$e_\alpha(k)\ddot{A}_K + \sum_\beta D_{\alpha,\beta} e_\beta(k) A_k = 0$$

$D_{\alpha,\beta}$ est une matrice 2x2 qu'on déterminera.

5- Résoudre le système d'équations obtenus et montrer que l'on a :

$$\Omega_+^2(k) = \frac{2C}{\mu} + \frac{2C}{\mu}\sqrt{1 - \frac{4\mu \sin^2 \frac{ka}{2}}{m_1 + m_2}}$$

μ étant la masse réduite.

6- Représenter $\Omega = \Omega(k)$ et discuter les différents cas.

Représenter schématiquement les ondes longitudinales et transversales pour chacun des deux modes de vibrations acoustiques et optiques.