Examen final

Exercice 01 (10 pts) :

Soit un réseau linéaire d'atomes identiques de masse M équidistants de « $a = 5.10^{-10} m$ ».

- En se limitant aux interactions entre plus proches voisins caractérisées par la constante de rappel C , écrire l'équation du mouvement d'un atome.
- À partir solutions de la forme $u_s = u \exp i(ksa - \omega t)$, trouver la relation de dispersion des phonons longitudinaux et leur vitesse de groupe. Exprimer ces résultats en fonction de a et de la vitesse du son V_s . Quelle est la fréquence maximale ν_M des atomes quand $V_s=5000m/s$?
- Etudier le cas limite $ka = \pm\pi$. Montrer que dans ce cas les ondes de déplacements atomiques ne sont plus des ondes progressives mais stationnaires et que deux atomes voisins vibrent en opposition de phase. Dessiner la courbe de dispersion.
- Etudier le cas où on prend en considération l'interaction avec les seconds voisins avec la constante de rappel C_2

Exercice 02 (10 pts) :

On considère une rangée formée par $2N$ ions de charges alternativement égales à $\pm q$ et équidistantes de R_0 à l'équilibre.

En assimilant la relation de dispersion des phonons acoustiques longitudinaux au modèle de Debye $\omega = V_s |k|$ et la dispersion des phonons optiques longitudinaux au modèle de Einstein avec $\nu_{op} = \nu_E = cte$, établir l'expression de la chaleur spécifique d'un tel réseau à haute et basse température, pour la seule polarisation longitudinale.

On rappelle que
$$\int_0^{\infty} \frac{x dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^2}{6}$$