

Type CCINP

1 Chaîne d'atomes - 14 points

On étudie une chaîne d'atomes de masses m dont on modélise l'interaction par des ressorts de raideur k et de longueur à l'équilibre a . Ils sont indicés et on note $\xi_n(t)$ l'écart à sa position d'équilibre du n -ième atome de la chaîne à la date t .

- 1) Quelle équation différentielle vérifie $\xi_n(t)$? Faire intervenir les écarts à leur position d'équilibre des atomes voisins.
- 2) On considère les solutions de la forme $\xi_n(t) = Ae^{j(\omega t - qna)}$. $\frac{q}{2\pi}$ est appelé le nombre d'onde. Quelle relation lie q et ω ? Comment appelle-t-on ce type d'équation ?
- 3)
 - i) Tracer l'évolution de ω^2 en fonction de q .
 - ii) Tracer l'évolution de ω en fonction de q . Comportement pour $q \ll \frac{\pi}{a}$
- 4) Que se passe-t-il si $\omega > 2\sqrt{\frac{k}{m}}$? A quelle situation celui vous fait-il penser ?

2 Fenêtre de Snell - 6 points

Lorsqu'un observateur sous l'eau regarde la surface au dessus de lui, il voit un disque de lumière au milieu d'une étendue sombre.

- 1) Expliquer cette observation. Quel est l'angle apparent de ce disque du point de vue de l'observateur ?
- 2) Le plongeur sur la photographie nage proche de la surface. Evaluer la profondeur de l'observateur qui a pris la photographie.



3 Données

- Indice optique de l'eau de mer - $n_{eau} = 1.340$