

Ondes Mécaniques

1 Spectre sonore d'une corde frappée

On considère une corde de piano, de longueur l , dans sa position d'équilibre : $u(x, 0) = 0$. A $t = 0$, on la frappe avec un petit marteau de largeur $e \ll l$ entre les abscisses $x = a$ et $x = a + e$. On admet que dans ces conditions, la vitesse initiale $\frac{\partial u}{\partial t}(x, 0)$ vaut V pour $a < x < a + e$, et 0 ailleurs. Trouver le spectre sonore d'émission et donner $u(x, t)$.

2 Discontinuité de structure

Un chaîne linéaire infinie est constituée d'atomes identiques de masse m . A l'équilibre, ils sont séparés par une distance a et l'atome n se trouve à l'abscisse x_n^0 . Lorsqu'une perturbation longitudinale modifie suivant l'axe Ox la position de l'atome n d'une quantité $u_n \ll a$, celui-ci est soumis à des interactions modélisées par des forces de rappel de raideur K , limitées entre atomes premiers voisins.

1 / a / Ecrire l'équation du mouvement de l'atome de rang n de la chaîne.

1 / b / Montrer que des ondes élastiques longitudinales de forme $\underline{u}_n = Ae^{i(kx_n^0 - \omega t)}$ peuvent se propager le long de la chaîne. Quelle est la relation de dispersion ? Calculer la fréquence maximale qui peut être propagée par le réseau.

1 / c / Calculer vitesse de phase et vitesse de groupe. Cas particuliers $ka \rightarrow 0$ et $ka \rightarrow \pi$.

Une impureté (atome de masse $m_0 \neq m$) est maintenant placée en $n = 0$. Dans la région des $x < 0$, une onde de pulsation ω se propage suivant les Ox^+ .

2 / a / Montrer qu'il existe une onde réfléchi (un écho) et une onde transmise par l'impureté. Que dire de leurs pulsation, vecteur d'onde, amplitude ?

2 / b / Calculer le coefficient de transmission complexe \underline{t} . Cas particuliers : $m_0 = m$, $m_0 = 0$, $m_0 = \infty$. Citer quelques applications du phénomène d'écho.

3 Ondes acoustiques : succession de cavités

Soit une succession de cavités de volume V_0 séparées par des tubes fins de section s et de longueur l . Etudier la propagation d'ondes acoustiques de fréquences pas trop élevées.

4 Fluide parfaitement conducteur

Etudier la possibilité de faire se propager des ondes acoustiques dans un fluide parfaitement conducteur.