

REVISIONS LES ONDES MECANIQUES

1. Corde vibrante sous tension :

- Quels paramètres permettent de caractériser la corde ?
- Quelles variables permettent de caractériser le mouvement de la corde ?
- Quelles sont les hypothèses permettant le calcul de l'équation d'onde ? Démonstration.
- Quelle est la forme de l'équation obtenue ? Quel est son nom ?
- Quelle est sa célérité ?
- Quels sont les **modes propres** d'une corde fixée aux deux extrémités (démonstration)?
- Comment s'écrit pour cette corde l'élongation $y(x,t)$ dans le cas le plus général ?
- Décrire le dispositif de la corde de Melde.
- Pour quelles fréquences la corde de Melde entre-t-elle en résonance ?

2. Onde dans un cristal :

- Quelles paramètres macroscopiques permettent de caractériser le cristal ?
- Comment s'exprime la célérité en fonction de ces deux paramètres ? Ordre de grandeur ?
- Démonstration de l'équation d'onde.

3. Généralités :

- Définir : onde plane, onde stationnaire, onde monochromatique, vecteur d'onde, pulsation, longueur d'onde, nœud de vibration, ventre de vibration.
- Quel est l'intérêt d'utiliser des ondes monochromatiques ?
- Comment s'exprime une onde stationnaire ?
- Quand utilise-t-on plutôt des ondes stationnaires ? Des ondes progressives ?

4. Ondes acoustiques :

- Quels paramètres macroscopiques permettent de caractériser le fluide ?
- Définir l'approximation acoustique.
- Comment s'exprime la célérité en fonction de ces paramètres ? Ordres de grandeur.
- Démontrer la forme de la célérité dans un gaz (avec une hypothèse).
- Démontrer l'équation de propagation vérifiée par la **surpression** $p(x,t)$ d'une onde acoustique (Quelles sont les hypothèses du modèle ?).
- Définir l'**impédance acoustique**, démontrer son expression.
- Démontrer l'expression des modes propres dans le cas d'un **résonateur symétrique ou antisymétrique**.
- Définir l'**énergie massique de l'onde sonore**, le **vecteur densité de courant énergétique**, donner l'équation de conservation de l'énergie acoustique.
- Définir l'intensité acoustique, le niveau sonore. Ordres de grandeur.
- Dans le cas d'une interface fixe et plane, donner les **conditions de continuité** et démontrer l'expression des coefficients de réflexion et de transmission pour la vitesse, la surpression et l'intensité acoustique.

ONDES PLANES - ANALOGIES

Il existe toujours 2 grandeurs, l'une dynamique F, l'autre cinétique V, qui caractérisent l'onde, et deux paramètres A et B qui caractérisent le milieu de propagation, A traduisant l'inertie du milieu et B sa raideur ($1/B$ exprime alors sa souplesse).

Ces grandeurs sont liées pour une onde non dispersive par deux équations du type :

$$A \frac{\partial V(x,t)}{\partial t} = - \frac{\partial F(x,t)}{\partial x} \quad ; \quad \frac{\partial F(x,t)}{\partial t} = - B \frac{\partial V(x,t)}{\partial x}$$

On en déduit l'équation de d'Alembert à une dimension :

$$A \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = B \frac{\partial^2 V}{\partial x^2}$$

et la célérité :

$$c = \sqrt{\frac{B}{A}}$$

L'impédance caractéristique est :

$$Z = \frac{F}{v} = \sqrt{A \cdot B}$$

Les énergies (volumiques ou linéiques) sont $e_c = \frac{1}{2} AV^2$ et $e_p = \frac{1}{2} \cdot F^2/B$

	Corde vibrante	Tuyau sonore de section S	Onde ém dans le vide	Ligne sans pertes
Grandeur cinétique	V_y	v	\vec{B}/μ_0	I
Grandeur dynamique	$-T_y$	p	\vec{E}	U
A	μ	ρ_0	μ_0	λ
B	T_0	$1/\chi_s$	$1/\epsilon_0$	$1/\gamma$
Célérité	$\sqrt{\frac{T_0}{\mu}}$	$\sqrt{\frac{1}{\rho_0 \chi_s}}$	$\sqrt{\frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda \gamma}}$
Expression de la force (ou contrainte)	$T_y = T_0 \frac{\partial y}{\partial x}$	$p = - \frac{1}{\chi_s} \frac{\partial \xi}{\partial x}$		$u = - \frac{1}{\gamma} \frac{\partial q}{\partial x}$
Impédance caractéristique	μc	$\rho_0 c$	$\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$	λc
Energie cinétique volumique ou linéique	$e_c = \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot V^2$	$e_c = \frac{1}{2} \rho_0 u^2$	$e_c = \frac{1}{2 \mu_0} B^2$	$e_c = \frac{1}{2} \lambda i^2$
Energie potentielle volumique ou linéique	$e_p = \frac{1}{2 T_0} T_y^2$	$e_p = \frac{1}{2} \chi_s p^2$	$e_p = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$	$e_p = \frac{1}{2} \gamma u^2$

Attention : les impédances n'ont pas toujours la même unité !!