

PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE

Semaine du 06/01 au 11/01

M7 - Ondes (cours + exercices)

– Savoir distinguer une onde transverse et une onde longitudinale.

– Ondes progressives :

Connaître l'expression générale d'une onde progressive se propageant dans le sens des x croissants à la vitesse c :

$$s(x, t) = f(x - ct) \quad \text{ou} \quad s(x, t) = f\left(t - \frac{x}{c}\right)$$

Connaître l'expression générale d'une onde progressive se propageant dans le sens des x décroissants à la vitesse c :

$$s(x, t) = g(x + ct) \quad \text{ou} \quad s(x, t) = g\left(t + \frac{x}{c}\right)$$

– Savoir établir l'équation d'onde sur une corde souple, pour des mouvements d'amplitude faible, dans le cas où les forces de pesanteur sont négligeables devant les forces de tension.

$$\boxed{\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0}$$

avec $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$. Cette équation est linéaire.

On vérifie que des fonctions de la forme $f(x - ct)$ et $g(x + ct)$ sont solutions de l'équation d'onde. L'équation d'onde étant linéaire :

$$y(x, t) = f(x - ct) + g(x + ct)$$

est solution de l'équation d'onde.

– Superposition de deux ondes progressives harmoniques de même amplitude, de même pulsation, se propageant dans deux sens opposés : ondes stationnaire. Nœuds et ventres de vibration.

$$y(x, t) = y_0 \sin(kx + \varphi) \cos(\omega t + \psi) \quad \text{avec} \quad \omega = ck$$

De manière générale, une onde stationnaire se caractérise par $y(x, t) = f(x)g(t)$.

– Modes propres d'une corde de Melde fixée à ses extrémités. On détermine ces modes

▷ par application des conditions aux limites

$$\begin{cases} \forall t & y(0, t) = 0 \\ \forall t & y(L, t) = 0 \end{cases}$$

$$y_n(x, t) = y_0 \sin\left(n \frac{\pi}{L} x\right) \cos\left(n \frac{\pi c}{L} t + \varphi_n\right) \quad \text{avec} \quad n \in \mathbb{N}^*$$

▷ On retrouve directement les fréquences propres, en admettant que la distance minimale entre deux nœuds successifs correspond à une demi longueur d'onde et en appliquant la condition :

$$L = n \frac{\lambda_n}{2} \quad n \in \mathbb{N}^*$$

– Analogie acoustique : on admet que l'extrémité d'un tuyau ouvert correspond à un nœud de surpression et l'extrémité d'un tuyau fermé correspond à un ventre de surpression.

Ondes	
Onde mécanique transversale	Établir l'équation de propagation dans le cas des ondes transversales d'une corde. Reconnaître le caractère progressif ou stationnaire d'une onde. Utiliser les conditions aux limites et identifier les modes propres d'une onde stationnaire.

MF1 - Statique des fluides (cours + exercices)

- Les différentes échelles d’approches : échelle macroscopique, microscopique, mésoscopique.
- Savoir évaluer l’ordre de grandeur de la distance interatomique dans un liquide et dans un gaz.
- Connaître l’ordre de grandeur des dimensions d’un volume mésoscopique dans un liquide et dans un gaz.
- Équivalent volumique des forces de pression. On calcule la résultante des forces de pression s’exerçant sur une particule fluide de forme parallélépipédique :

$$d\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}} P dV$$

$$\text{avec } \overrightarrow{\text{grad}} P = \frac{\partial P}{\partial x} \vec{u}_x + \frac{\partial P}{\partial y} \vec{u}_y + \frac{\partial P}{\partial z} \vec{u}_z.$$

- Retenir : $\overrightarrow{\text{grad}} P$ est perpendiculaire aux surfaces isobares et est orienté vers les valeurs de pression croissantes. Par définition de l’opérateur gradient :

$$dP = \overrightarrow{\text{grad}} P \cdot d\overrightarrow{OM}$$

un champ de pesanteur \vec{g} dans un référentiel galiléen donne :

$$\overrightarrow{\text{grad}} P = \rho \vec{g}$$

- Champ de pression dans un fluide incompressible ($\rho = \text{cte}$) : applicable dans les liquides.
- Champ de pression dans un fluide compressible : calcul du champ de pression dans une atmosphère isotherme. Calcul de la hauteur H caractéristique.
- Intégrales surfaciques : connaître les expressions des éléments de surface dS dans les différents systèmes de coordonnées. Calcul de la résultante des forces de pression sur un mur de barrage plan. Expérience des hémisphères de Magdebourg.
- Poussée d’Archimède.

Description d’un fluide statique	
Échelle mésoscopique	Définir et connaître des ordres de grandeurs des dimensions de l’échelle mésoscopique dans le cas des liquides et des gaz.
Pression dans un fluide Forces surfaciques, forces volumiques	Citer des ordres de grandeur de la pression. Distinguer les forces de pressions des forces de pesanteur.
Champ de pression Relation de la statique des fluides	Donner l’expression de la résultante des forces pressantes s’exerçant sur un volume élémentaire de fluide. Énoncer et établir la relation de la statique des fluides dans le cas d’un fluide soumis uniquement à la pesanteur. Exprimer l’évolution de la pression avec l’altitude dans le cas d’un fluide incompressible et pour l’atmosphère isotherme dans le cadre du modèle du gaz parfait.

MF2 - Description d’un fluide en écoulement (cours)

- Description lagrangienne, description eulérienne.
- Champ eulérien de vitesse. Ligne de courant. Tube de courant.
- Écoulement stationnaire, dans un référentiel donné.
- Débit volumique, débit massique à travers une surface Σ :

$$D_v = \iint_{\Sigma} \vec{v} \cdot d\vec{S} \quad D_m = \iint_{\Sigma} \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

avec $\vec{j} = \rho \vec{v}$ le vecteur densité de flux de masse.

Cas particulier d’un écoulement 1D où \vec{v} est uniforme dans toute une section de conduite S et perpendiculaire à cette section

$$D_v = Sv \quad D_m = jS = \rho Sv = \rho D_v$$

- Flux d'un champ vectoriel à travers une surface. Théorème d'Ostrogradski. Définition de la divergence.
- Bilan de matière **en régime stationnaire**. Savoir établir à l'aide du théorème d'Ostrogradski que

$$\operatorname{div} \vec{j} = 0$$

\vec{j} est à flux conservatif : le débit massique D_m est constant à travers toute section d'un tube de courant.

- Pour un écoulement stationnaire de champ de masse volumique ρ uniforme :

$$\operatorname{div} \vec{v} = 0.$$

Dans ce cas le débit volumique D_v est le même à travers toute section d'un tube de courant et $D_m = \rho D_v$.



JOYEUSES FÊTES!