PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE
Semaine du 03/01 au 08/01

M6 - Oscillations forcées (cours+exercices)

Tout exercice sur le sujet.

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 :

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

– Ondes progressives harmoniques : double-périodicité. Connaître les relations :

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}; \quad \omega = ck; \quad \lambda = cT = \frac{c}{f}.$$

– 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.

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

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

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

$$y_n(x,t) = y_{0n} \sin\left(n\frac{\pi}{L}x\right)\cos\left(n\frac{\pi c}{L}t + \varphi_n\right) \quad \text{avec } n \in \mathbb{N}^*$$

▷ 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 simples)

– 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 :

$$\mathrm{d}\vec{F} = -\,\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,P\,\mathrm{d}V$$

avec $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,P = \dfrac{\partial P}{\partial x}\vec{u}_x + \dfrac{\partial P}{\partial y}\vec{u}_y + \dfrac{\partial P}{\partial z}\vec{u}_z$.
– Retenir : $\overrightarrow{\mathrm{grad}}\,P$ est perpendiculaire aux surfaces isobares et est orienté vers les valeurs de pression croissantes. Par définition de l'opérateur gradient :

$$\mathrm{d}P = \overrightarrow{\mathrm{grad}}\,P . \mathrm{d}\overrightarrow{OM}$$

– Loi de la statique des fluides. La condition d'équilibre d'un volume mésoscopique placé dans un champ de pesanteur $\vec{g}$ dans un référentiel galiléen donne :

$$\overrightarrow{\mathrm{grad}} P = \rho\,\vec{g}$$

– Champ de pression dans un fluide incompressible ($\rho = cte$) : 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 :

$$D_v = \iint_\Sigma \vec{v}.\mathrm{d}\vec{S} \qquad D_m = \iint_\Sigma \vec{j}.\mathrm{d}\vec{S}$$

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

$$D_v = Sv \qquad D_m = jS = \rho S v = \rho D_v$$

– 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

$$\mathrm{div}\,\vec{j} = 0$$

$\vec{j}$ 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

$$\mathrm{div}\,\vec{v} = 0$$

dans ce cas le débit volumique D_v est le même à travers toute section d'un tube de courant et $D_m = \rho D_v$.
– Observation du champ vectoriel des vitesses d'un solide en rotation. En utilisant un formulaire on calcule le rotationnel de ce champ et on constate que $\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\vec{v} = 2\vec{\Omega}$ avec $\vec{\Omega}$ le vecteur rotation du solide.
– Définition du vecteur tourbillon (ou vorticité) :

$$\vec{\Omega} = \frac{1}{2}\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\vec{v}$$

Ce vecteur traduit localement la rotation des particules fluides.
– Circulation d'un champ vectoriel. Théorème de Stokes

```
          .     .  .      +     .      .          .
             .      .     #       .           .
       .       .         ###             .      .      .
      .      .   "#:. .:##"##:. .:#"   .      .
          .      . "####"###"####"  .
       .     "#:.    .:#"###"#:.    .:#"     .        .       .
  .             "#########"#########"            .        .
            .    "#:.  "####"###"####"  .:#"      .       .
     .     .  "#######""##"##""#######"                            .
                ."##"#####"#####"##"                        .      .
    .   "#:. ...  .:##"###"###"##:.  ... .:#"        .
      .     "#######"##"#####"##"#######"            .     .
    .    .     "#####""#######""#####"        .      .
            .     "      000      "    .     .
       .         .   .   000       .       .       .
.. .. ...................OOOOO......................... ...... ...
```

BONNES FÊTES DE FIN D'ANNÉE