

# Programme des colles de physique

Semaine 11 : du 22 au 26 novembre.

## O2 - Ondes unidimensionnelles - Corde vibrante

- **démonstration de l'équation d'onde sur une corde infiniment souple** ;
- modes propres de la corde fixée à ses deux extrémités, pulsations propres ;
- onde quelconque sur la corde fixée à ses deux extrémités, mode fondamental, modes harmoniques ;
- **phénomènes d'interface : onde réfléchie et onde transmise, coefficient de réflexion et de transmission en amplitude.**

## O4 - Ondes sonores dans les fluides

- définition de l'approximation acoustique ;
- **linéarisation de l'équation de conservation de la masse, de l'équation d'Euler et de l'équation thermodynamique** ;
- **obtention de l'équation d'onde à 1D** ;
- **obtention de l'équation d'onde à 3D, équation de d'Alembert 3D** ;
- **comparaison des célérités du son dans les gaz/liquides, célérité du son dans un gaz parfait** ;
- onde plane, onde plane progressive harmonique, notation complexe, relation de dispersion de l'équation de d'Alembert 3D ;
- impédance acoustique ;
- **définition du vecteur densité de puissance acoustique  $\vec{\pi}$** , la définition de la densité volumique d'énergie acoustique  $e$  doit être redonnée, **calcul de  $\vec{\pi}$  et  $e$  pour une OPPH** ;
- intensité sonore, intensité sonore en décibels ;
- **réflexion et transmission sur une interface, obtention des coefficients de réflexion et de transmission en amplitude pour une OPPH de surpression.**

Tous les points en gras peuvent constituer une question de cours, à savoir restituer en autonomie au tableau. Les autres points ont été abordés en cours et peuvent être utilisés dans les exercices.

# Applications directes du cours

**À préparer pour la colle.** Le travail ne sera pas vérifié, mais vous êtes fortement encouragés à le faire avec sérieux, pour améliorer votre apprentissage du cours. Vous pouvez bien sûr me poser des questions si vous bloquez.

## O2 - Ondes unidimensionnelles - Corde vibrante

- 1) Une corde de 1 m pèse 12 g. Quelle est sa masse linéique ?
- 2) Quelle est la masse linéique d'une corde de guitare en acier (masse volumique  $\rho = 7,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) de longueur 1 m et de diamètre 1 mm ?
- 3) Quelle est la célérité des ondes de vibrations transversales sur la corde de la question 1, si celle-ci est tendue par une masse de 1 kg ?
- 4) Si cette même corde est fixée à ses deux extrémités, quelle est la fréquence du mode fondamental ?
- 5) Les formules de  $\underline{r}$  et  $\underline{t}$  pour deux cordes de masses linéiques différentes nouées entre elles ne sont pas à connaître, les regarder dans le cours. Si  $\underline{r}$  vaut 0,5, que vaut  $\underline{t}$  ?

## O4 - Ondes sonores dans les fluides

- 6) Quelle est la pression standard  $P_0$  dans l'air ? Quelle est la masse volumique  $\mu_0$  de l'air à température ambiante ? Quelle est sa masse molaire  $M$  ? Que vaut le coefficient adiabatique  $\gamma$  de l'air ?
- 7) Le coefficient de compressibilité isentropique  $\chi_S$  pour un gaz parfait est  $\chi_S = 1 / (\gamma P)$ . Calculer alors la célérité des ondes sonores dans l'air  $c = 1 / \sqrt{\mu_0 \chi_S}$ , et l'impédance acoustique de l'air  $Z = \mu_0 c$ .
- 8) Calculer numériquement la célérité des ondes sonores dans l'air à  $0^\circ\text{C}$ .
- 9) À pression constante, quelle est la dépendance en température de l'impédance acoustique d'un gaz parfait ?
- 10) Que vaut en joules (en utilisant les relations valables pour les OPPH) l'énergie acoustique présente dans une pièce de  $100 \text{ m}^3$  dans laquelle règne un bruit ambiant de 60 dB ? On cherchera dans le cours l'expression de la densité volumique d'énergie acoustique, qui n'est pas à connaître par cœur.
- 11) L'impédance acoustique du verre est de l'ordre de  $Z_{\text{verre}} \approx 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . Calculer numériquement les facteurs de réflexion et de transmission en énergie pour une interface air  $\rightarrow$  verre et eau  $\rightarrow$  verre.