

Étude des ondes

Dans ce TP, nous cherchons à mesurer la célérité des ondes dans deux milieux :

- L'étude de la célérité d'ondes acoustiques dans l'air
- L'étude d'interférences entre des ondes à la surface d'un liquide

Travail personnel

À LA FIN DE LA SÉANCE, vous rendrez les réponses aux questions de la première partie sur feuille.

Propagation d'une onde acoustique dans l'air

Matériel à disposition

- ↔ Récepteurs piézoélectriques à ultrasons
- ↔ Oscilloscope
- ↔ Émetteur piézoélectrique à ultrasons
- ↔ Générateur basse fréquence

Dans cette partie, nous allons chercher à comparer deux modèles décrivant la célérité d'une onde sonore. Pour ce faire, on a à notre disposition un émetteur à ultrasons réglable de 38,5 kHz à 41,5 kHz, deux récepteurs à ultrasons, un GBF, et un oscilloscope « bi-courbe ».

Les deux modèles en question sont :

- Le modèle de Newton :

$$c_s = \sqrt{\frac{RT}{M}}$$

- Le modèle de Laplace :

$$c_s = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Ici, $\gamma = 1,4$, $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M = 29,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et T la température.

- 1/ Donner une valeur pour 20°C de la célérité des ondes acoustiques dans l'air pour chacun des modèles.
 - 2/ Quelle est la période attendue de l'onde ultrasonore?
- ☞ Alimenter l'émetteur en mode **salve**. Coller un récepteur à l'émetteur.
- 3/ Justifier l'allure des signaux observés.
 - 4/ En éloignant le récepteur de l'émetteur, qu'observe-t-on ? Commenter quant à la validité de la modélisation choisie pour les ondes étudiées.
- ☞ Placer maintenant les deux récepteurs côte à côte, face à l'émetteur toujours réglé en mode **salve**. ☞ Décaler progressivement un récepteur.
- 5/ Proposer un protocole permettant de mesurer la célérité du son en utilisant le décalage temporel des signaux obtenus.
- ☞ Réaliser le protocole. On utilisera ici le script Python proposé sur Capytale, le lien est sur le site.
- 6/ En déduire une valeur de la célérité. On précisera son incertitude.
- ☞ Placer à nouveau les deux récepteurs côte à côte, face à l'émetteur réglé en mode **continu**, de façon à ce que les signaux reçus soient en phase.
- ☞ Décaler progressivement un récepteur.
- 7/ Proposer un protocole permettant de mesurer la longueur d'onde de la manière la plus précise possible.
- ☞ Réaliser le protocole.
- 8/ Déduire de la mesure la célérité de l'onde. On précisera son incertitude.
 - 9/ À l'aide de vos deux mesures, indiquer quel modèle est le plus pertinent pour décrire la dépendance de la célérité du son en fonction de la température.

Interférences à la surface de l'eau

Matériel à disposition

↔ Cuve à ondes

↔ Règle graduée

- 10/ Rappeler la condition portant sur le déphasage entre deux ondes synchrones pour qu'elles interfèrent destructivement.

Lorsque deux sources ponctuelles synchrones émettent une onde lumineuse, le déphasage en un point d'un écran situé à une distance D dépend de la position horizontale x du point sur l'écran :

$$\Delta\varphi(x) = \frac{2n\pi ax}{\lambda D}$$

où λ est la longueur d'onde de l'onde émise et $a \ll D$ la distance entre les sources.

- 11/ En déduire une expression de la distance entre deux minima consécutifs d'intensité sur l'écran.
- Placer l'excitateur simple sur la tige vibrante.
- 12/ Proposer un protocole permettant de mesurer la longueur d'onde de l'onde émise par l'excitateur.
- Exécuter ce protocole. *On veillera par la suite à travailler toujours à cette même fréquence d'excitation pour conserver la même longueur d'onde.*
- Placer l'excitateur double sur la tige vibrante.
- 13/ Proposer un protocole permettant de vérifier la formule établie à la question 11/.
- Exécuter ce protocole.
- 14/ Commenter le résultat de votre expérience.