Université Claude Bernard Lyon1
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA RÉADAPTATION
Adresse Postale 8, Avenue Rockefeller - 69373 LYON CEDEX 08

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2024-2025

DIPLÔME D'ÉTAT D'AUDIOPROTHÉSISTE
- EXAMEN DE PREMIÈRE ANNÉE -

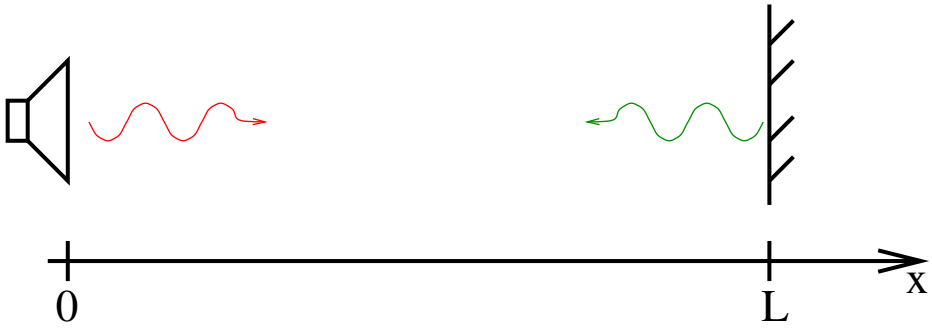
****

ÉPREUVE : Physique acoustique (Ch. Adessi) **DURÉE** : 1h

Les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre indifférent

Exercice 1 : Ondes acoustiques

Une onde acoustique est émise par un haut-parleur placé en $x = 0$. Cette onde se propage selon les x positifs avec une célérité c et est réfléchie par une paroi parfaitement réfléchissante.



1. L'expression de l'onde à $t = 0$ est $p(x, t = 0) = P_0 \cos(k\,x)$. Que représente la constante k ? Donner l'expression générale de $p(x, t)$ à tout instant t. Vous expliciterez votre raisonnement.
2. Sachant que le niveau sonore induit par cette onde est de 65 dB, en déduire l'intensité acoustique correspondante ainsi que l'amplitude l'onde de pression P_0. On donne $Z = 444$ kg/m^2/s.
3. Du fait de la réflexion sur la paroi, se forme dans l'espace entre $x = 0$ et $x = L$ une onde stationnaire. Sachant que l'onde réfléchie a la même amplitude que l'onde incidente, donner son expression ainsi que l'expression de l'onde stationnaire résultante. On rappelle que $\cos p + \cos q = 2.\cos((p + q)/2).\cos((p - q)/2)$.
4. Lors de la réflexion de l'onde sur la paroi en $x = L$, l'onde de déplacement $s(x = L, t)$ a une amplitude nulle (noeud), en déduire (sans calcul) l'amplitude de l'onde de pression.
5. Les fréquences de résonnace associées à l'onde stationnaire sont données par la relation : $f_n = n\,\frac{c}{2L}$. En deça de quelle longueur L la première fréquence de résonance f_1 sera perceptible par l'oreille humaine ?

Exercice 2 : Les bouteilles musicales

Lors d'une soirée arrosée, les convives décident de réaliser un orgue musical à l'aide de bouteilles vides. Pour cela, il réunissent 7 bouteilles afin d'obtenir les 7 notes do_2, ré_2, mi_2, fa_2, sol_2, la_2 et si_2. Le principe qu'ils comptent utiliser est qu'une bouteille est un résonateur de Helmholtz et que l'on peut jouer sur sa fréquence de résonance en remplissant plus ou moins la bouteille d'eau.

1. Les bouteilles vides ont les caractéristiques suivantes : $V = 0,75\,\text{l}$, $S = 2,5\,\text{cm}^2$, $l = 6,5\,\text{cm}$, où V est le volume de la bouteille, S la section du goulot et l la longueur du goulot. Sachant que la célérité des sons est de $340\,\text{m/s}$, déduire la fréquence de résonance d'une bouteille vide. On rappelle qu'un résonateur de Helmholtz a pour fréquence de résonance $f = \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{S}{V.l}}$.
2. Quelle doit être le volume de la bouteille pour obtenir un la_2 de fréquence 220 Hz ? En déduire le volume d'eau a rajouter.
3. Rappeler la définition d'un intervalle.
4. Sachant que les intervalles séparant les 7 notes do_2, ré_2, mi_2, fa_2, sol_2, la_2 et si_2 sont ton, ton, 1/2 ton, ton, ton et ton, déduire la fréquence de ces notes. On rappelle que un ton $= 2^{1/6}$ et que un $1/2\,\text{ton} = 2^{1/12}$.

Exercice 3 : Effet Doppler

Un train possède un klaxon émettant un son de fréquence 400 Hz. Vous vous tenez immobile sur le quai et vous percevez un son de fréquence 440 Hz. La célérité des sons est de 340 m/s.

1. Le train se rapproche-t-il ou s'éloigne-t-il de vous ? Vous justifierez votre réponse.
2. Compte tenu de la différence de fréquence, déduire la vitesse du train.