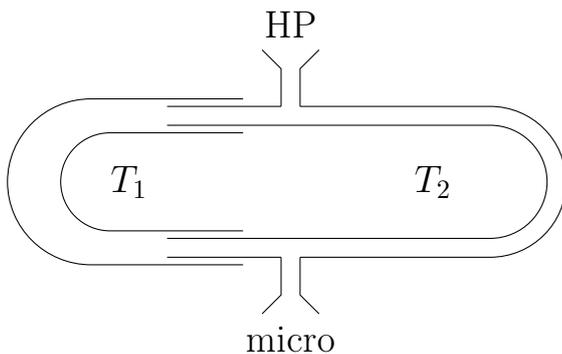


TD – Phénomènes d'interférences

Remarque : exercice avec \star : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu'il faut savoir faire”) | $[\bullet \circ \circ]$: difficulté des exercices

I Trombone de Kœnig _____ $[\bullet \circ \circ]$



Le trombone de Kœnig est un dispositif de laboratoire permettant de faire interférer deux ondes sonores ayant suivi des chemins différents. Un haut-parleur, alimenté par un générateur basses fréquences, émet un son de fréquence $f = 1,5 \text{ kHz}$. Un microphone branché sur un oscilloscope enregistre le signal sonore en sortie.

En déplaçant la partie mobile du tuyau T_1 , on fait varier l'amplitude du signal observé. Elle passe deux fois de suite par une valeur minimale lorsqu'on déplace T_1 de $d = 11,5 \text{ cm}$.

1 - On note d_1 la distance entre le haut-parleur et le micro en passant par le tuyau T_1 , et d_2 la distance en passant par le tuyau T_2 .

De combien varie la différence de marche $\delta = d_1 - d_2$ lorsqu'on déplace la partie T_1 d'une distance d ?

2 - Déterminer la valeur de la longueur d'onde de l'onde sonore dans cette expérience.

3 - Déterminer la vitesse du son dans l'air à la température où l'expérience est réalisée.

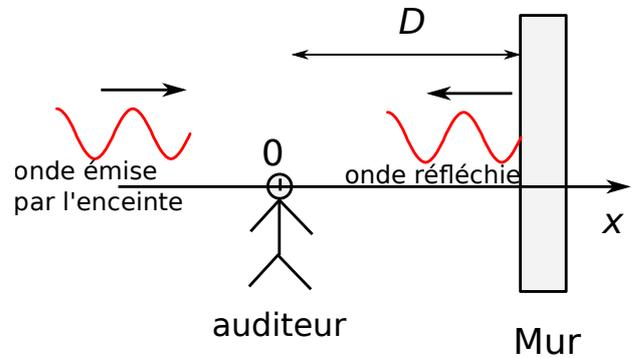
II Interférences et acoustique _____ $[\bullet \circ \circ]$

Une bonne installation acoustique doit prendre en compte de nombreux paramètres et effets. L'un d'entre eux est la possibilité d'interférences entre le son émis par les enceintes et celui réfléchi contre les murs.

Considérons la situation simplifiée schématisée ci-dessous. L'onde sonore émise par l'enceinte se réfléchit contre le mur sans aucun déphasage pour la grandeur surpression, et arrive donc à nouveau sur l'auditeur.

On note $c = 340 \text{ m/s}$ la vitesse du son dans l'air. On prendra $D = 1,0 \text{ m}$. On supposera que l'onde émise par l'enceinte est une onde plane progressive harmonique de fréquence f , d'amplitude s_0 , de norme de vecteur d'onde k . Une expression possible pour cette onde est donc

$$s(x,t) = s_0 \cos(\omega t - kx + \varphi). \quad (1)$$



- 1 - Rappeler le lien entre k et λ , puis entre f , λ et c .
- 2 - Par rapport à l'onde directe, quelle distance L supplémentaire l'onde réfléchi a-t-elle parcourue lorsqu'elle arrive au niveau de l'auditeur ?
- 3 - L'auditeur est en $x = 0$. Donner l'expression de l'onde $s(x = 0, t)$.
Quant à l'onde réfléchi, son expression au niveau de l'auditeur s'obtient en considérant que l'onde a parcouru une distance L (sans ajout de déphasage à la réflexion). Elle est donc donnée par $s(x = L, t)$. Écrire cette expression.
En déduire que le déphasage entre onde directe et onde réfléchi s'écrit, au niveau de l'auditeur : $\Delta\varphi = \frac{4\pi Df}{c}$.
- 4 - Rappeler la condition sur le déphasage $\Delta\varphi$ entre deux ondes pour qu'elles interfèrent de façon destructive. On fera apparaître un entier $n \in \mathbb{Z}$.
- 5 - En déduire l'expression des fréquences f_n pour lesquelles il y a interférences destructives (et donc un son d'amplitude minimale, ce qui n'est pas bon pour la qualité audio).
- 6 - Quelles sont les expressions des deux fréquences les plus petites pour lesquelles il y a interférences destructives ? Est-ce dans le domaine audible ? Aigu ou grave ?

Une solution pour éviter ce problème est d'éviter les réflexions sonores sur les murs, par exemple à l'aide d'irrégularités et de revêtements spéciaux, cf figure ci-contre (<http://realtraps.com/rfz.htm>).

