Interférences – Ondes stationnaires

1. Cuve à ondes ☺

Les deux sources S_1 et **S_2** d'un vibreur de cuve à ondes distantes de **d=4 cm vibrent en phase.** Elles émettent des ondes de fréquence **50 Hz** et d'amplitude **a = 2 mm**. La célérité de ces ondes à la surface de l'eau est égale à **c = 0,4 m.s^{-1}**.

a) Les 2 sources sont-elles synchrones ? Cohérentes ?

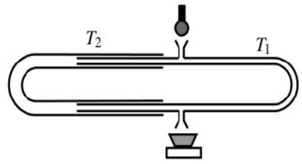
b) Déterminer l'amplitude du mouvement d'un point **P** situé à **3,7 cm** de **S_1** et **0,5 cm** de **S_2**.

c) Même question pour le point N défini par **S_1N = 2,3 cm** et **S_2N = 4,3 cm**.

d) Quel sont les déphasages respectifs φ_1 et φ_2 de P par rapport à S_1 et S_2, les résultats concordent-il avec celui de la question b)?

2. Mesure de la vitesse du son ☺☺

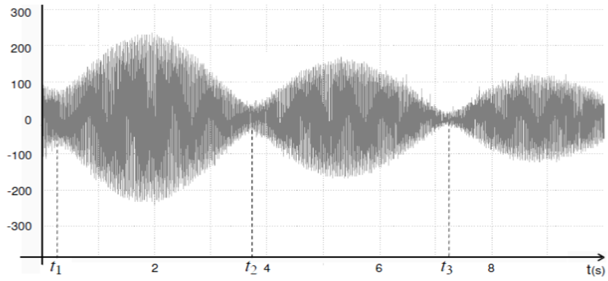
Le trombone de Koenig est un dispositif de laboratoire permettant de faire interférer deux ondes sonores ayant suivi des chemins différents. Le haut-parleur, alimenté par un générateur de basses fréquences, émet un son de fréquence f = 1500 Hz. On mesure le signal à la sortie avec un microphone branché sur un oscilloscope. En déplaçant la partie mobile T_2 on fait varier l'amplitude du signal observé. Elle passe deux fois de suite par une valeur minimale lorsqu'on déplace T_2 de d = 11,5 ± 0,2 cm.



Déterminer la valeur de la célérité du son dans l'air à 20C, température à laquelle l'expérience est faite.

3. Battements☺

On frappe simultanément deux diapasons vibrant à la même fréquence f_0=264Hz correspondant à la note de musique *do3*. On enregistre le signal reçu grâce à un microphone situé à égale distance des deux diapasons (figure ci-contre).



1) Quel phénomène présente le signal reçu ? Que peut-on en déduire ?

2) Calculer l'écart relatif de fréquence des 2 signaux.

Données : $t_1 = 0{,}26s$; $t_2 = 3{,}73s$; $t_3 = 7{,}24s$.

4. Expérience avec 2 hauts parleurs ☺☺☺

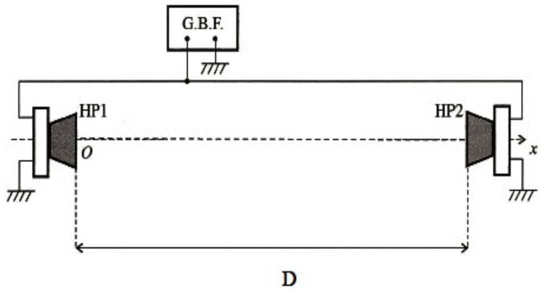
On utilise deux haut-parleurs identiques, placés face à face à une distance D l'un de l'autre : aux points O et D de l'axe O*x* (cf figure ci-contre).

Les haut-parleurs sont alimentés par le GBF délivrant une tension sinusoïdale $e(t)=E\cos(\omega t)$.

On suppose que la présence d'un haut-parleur ne perturbe pas l'onde émise par l'autre haut-parleur, et n'engendre pas d'onde réfléchie.

Chaque haut-parleur émet une onde acoustique en phase avec la tension d'alimentation et d'amplitude A constante.

On négligera toute atténuation des ondes sonores émises par les haut-parleurs.



1. Donner la forme générale de l'onde sonore engendrée par le haut-parleur de gauche : $p_g(x,t)$.

2. L'onde engendrée par le haut-parleur de droite est $p_d(x,t)=A\cos\left(\omega\left(t+\frac{x}{c}\right)+\phi\right)$. Justifier l'expression fournie puis déterminer ϕ grâce à la condition aux limites sur l'onde en $x=D$.

3. L'onde entre les deux haut-parleurs est la superposition des deux ondes déterminées ci-dessus. On rappelle que $\cos p+\cos q=2\cos\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$. Montrer que l'équation de l'onde résultante peut se mettre sous la forme :

$$p(x,t)=2A\cos\left(\omega t-\frac{kD}{2}\right)\cos\left(kx-\frac{kD}{2}\right)$$ avec k est un facteur à déterminer. Quelle sorte d'onde est-ce ? Justifier.

4. On désire qu'au niveau du haut-parleur de gauche se forme un nœud de vibration. Exprimer les distances D_n que l'on doit choisir en fonction de k et d'un entier n, puis de la longueur d'onde λ et n.

5. Montrer qu'au niveau du haut-parleur de droite on a aussi un nœud de vibration.

6. Tracer la forme des ondes obtenues à t donné pour les 3 entiers les plus faibles.

5. Note d'une corde de guitare ☺☺

La corde ré d'une guitare a pour fréquence fondamentale $f_{0ré}=293{,}7\ Hz$; la corde sol voisine vibre à $f_{0sol}=392{,}0\ Hz$. La longueur des parties vibrantes des deux cordes est 65,0 cm. On souhaite raccourcir la partie vibrante de l'une des deux cordes de manière qu'elle sonne à la même fréquence que l'autre.

1. Quelle corde faut-il raccourcir ?

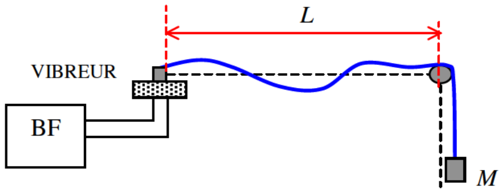
2. De combien faut-il la raccourcir ?

3. Quelle est la longueur d'onde de la vibration sonore produite alors par les deux cordes? (célérité du son dans l'air :340 m/s.)

Rep : 1) La corde ré ; 2) $L'=L\frac{f_{0ré}}{f_{0sol}}$ *ΔL = 16,3 cm ; 3) λ = 86,7 cm*

6. Expériences avec une corde de Melde ☺☺

Lors d'une expérience avec la corde de Melde, schématisée ci-contre, on observe les résultats suivants, pour une même longueur *L* de la corde et une même masse *M* accrochée à celle-ci:



- fréquence de résonance $f_2 = 19\,Hz$ pour deux fuseaux ;
- fréquence de résonance $f_3 = 28\,Hz$ pour trois fuseaux ;

On note c la vitesse de propagation de l'onde.

1. Faire un schéma de la corde dans chaque cas en précisant les longueurs d'onde notées λ_2 et λ_3 respectivement.

2. Ces valeurs numériques des fréquences sont-elles compatibles entre elles ?

3. Exprimer les fréquences de résonance suivantes en fonction d'un entier *n*.

4. Exprimer la fréquence f_1 du mode fondamental en fonction de L et c.

5. On cherche à déterminer c. Pour cela, on fait varier L et on mesure la fréquence f_1 du mode fondamental. On obtient le tableau de valeurs ci-dessous :

L en cm	117	120	123	126	130	133
f_1 en Hz	9,50 Hz	9,16	8,94	8,73	8,46	8,27

En déduire c en utilisant les données du tableau ainsi que son incertitude-type de type A. Justifier la validité du modèle utilisé.

6. La masse *M* accrochée à la corde est égale à 25,0 g.

6.1. Quelle est la tension de la corde ? Faire l'application numérique.

6.2. En déduire un ordre de grandeur de la masse linéique de la corde. Quelle autre méthode peut-on utiliser pour faire cette détermination ?

<u>Données :</u> intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\,m.s^{-2}$.