

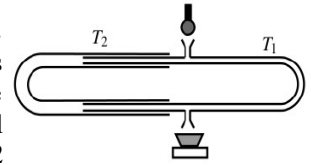
### 1. Cuve à ondes ☺

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

- Les 2 sources sont-elles synchrones ? Cohérentes ?
- Déterminer l'amplitude du mouvement d'un point  $P$  situé à  $3,7\text{ cm}$  de  $S_1$  et  $0,5\text{ cm}$  de  $S_2$ .
- Même question pour le point  $N$  défini par  $S_1N = 2,3\text{ cm}$  et  $S_2N = 4,3\text{ cm}$ .
- Quel sont les déphasages respectifs  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  de  $P$  par rapport à  $S_1$  et  $S_2$ , les résultats concordent-ils avec celui de la question b) ?

### 2. Mesure de la vitesse du son ☺☺

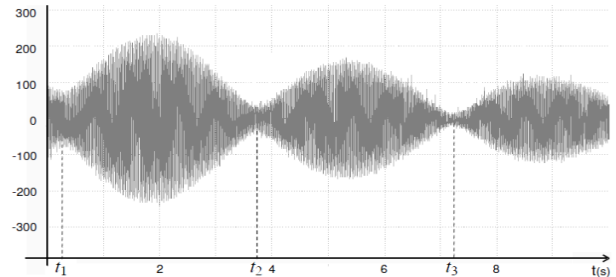
Le trombone de Koenig est un dispositif de laboratoire permettant de faire interférer deux ondes sonores ayant suivi des chemins différents. Le haut-parleur, alimenté par un générateur de basses fréquences, émet un son de fréquence  $f = 1500\text{ Hz}$ . On mesure le signal à la sortie avec un microphone 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  $d = 11,5 \pm 0,2\text{ cm}$ .



Déterminer la valeur de la célérité du son dans l'air à  $20^\circ\text{C}$ , température à laquelle l'expérience est faite.

### 3. Battements ☺

On frappe simultanément deux diapasons vibrant à la même fréquence  $f_0 = 264\text{ Hz}$  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).



- Quel phénomène présente le signal reçu ? Que peut-on en déduire ?
- Calculer l'écart relatif de fréquence des 2 signaux.

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

### 4. Expérience avec 2 hauts parleurs ☺☺☺

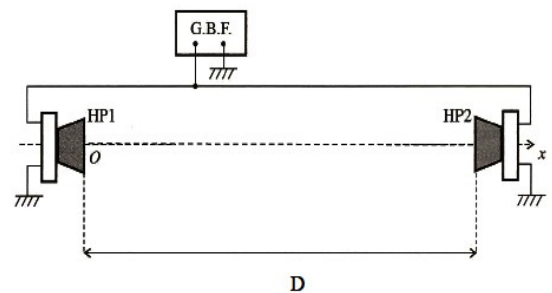
On utilise deux haut-parleurs identiques, placés face à face à une distance  $D$  l'un de l'autre : aux points  $O$  et  $D$  de l'axe  $Ox$  (cf figure ci-contre).

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.



- Donner la forme générale de l'onde sonore engendrée par le haut-parleur de gauche :  $p_g(x, t)$ .
- 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  $\phi$  grâce à la condition aux limites sur l'onde en  $x=D$ .
- 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.
- 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  $\lambda$  et  $n$ .
- Montrer qu'au niveau du haut-parleur de droite on a aussi un nœud de vibration.
- 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  $f_{\text{ré}} = 293,7\text{ Hz}$  ; la corde sol voisine vibre à  $f_{\text{sol}} = 392,0\text{ Hz}$ . La longueur des parties vibrantes des deux cordes est  $65,0\text{ cm}$ . On souhaite raccourcir la partie vibrante de l'une des deux cordes de manière qu'elle sonne à la même fréquence que l'autre.

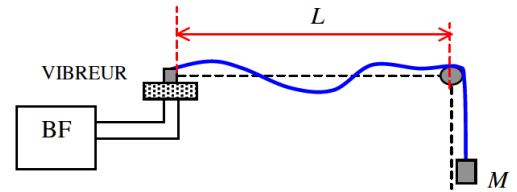
- Quelle corde faut-il raccourcir ?
- De combien faut-il la raccourcir ?
- Quelle est la longueur d'onde de la vibration sonore produite alors par les deux cordes ? (célérité du son dans l'air :  $340\text{ m/s}$ .)

Rep : 1) La corde ré ; 2)  $L' = L \frac{f_{\text{ré}}}{f_{\text{sol}}} \quad \Delta L = 16,3\text{ cm}$  ; 3)  $\lambda = 86,7\text{ cm}$

## 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  $f_2 = 19 \text{ Hz}$  pour deux fuseaux ;
- fréquence de résonance  $f_3 = 28 \text{ Hz}$  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  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  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 ?

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