

Interférences - Diffraction

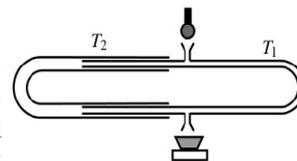
1. Cuve à ondes ☺

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.

- Les 2 sources sont-elles synchrones ? Cohérentes ?
- Déterminer l'amplitude du mouvement d'un point P situé à 3,7 cm de S_1 et 0,5 cm de S_2 .
- Même question pour le point N défini par $S_1N = 2,3$ cm et $S_2N = 4,3$ cm.
- Quel sont les déphasages respectifs φ_1 et φ_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 ☺☺

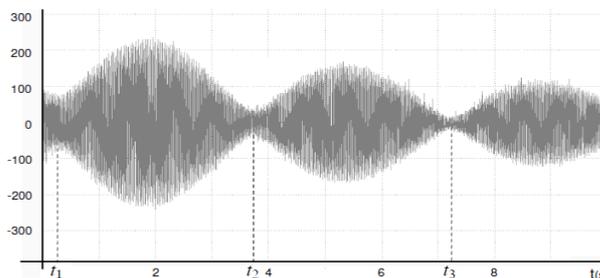
Le trombone de Koenig est un dispositif de laboratoire permettant de faire interférer deux ondes sonores ayant suivi des chemins différents. Le haut-parleur, alimenté par un générateur de basses fréquences, émet un son de fréquence $f = 1500$ Hz. On mesure le signal à la sortie avec un microphone branché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



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

3. Battements ☺

On frappe simultanément deux diapasons vibrant à la même fréquence $f_0 = 264$ 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 : $t_1 = 0,26$ s ; $t_2 = 3,73$ s ; $t_3 = 7,24$ s.

4. Expérience avec 2 hauts parleurs ☺☺☺

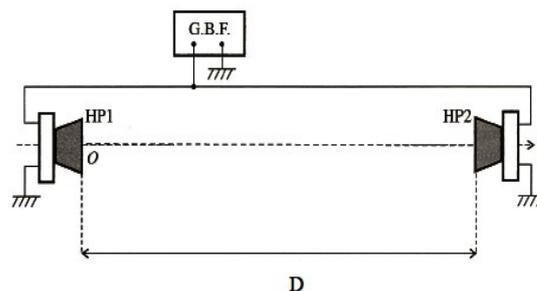
On utilise deux haut-parleurs identiques, placés face à face à une distance D l'un de l'autre : aux points O et D de l'axe Ox (cf figure ci-contre).

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 ϕ 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 λ 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 $f_{\text{oré}} = 293,7$ Hz ; la corde sol voisine vibre à $f_{\text{osol}} = 392,0$ 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.

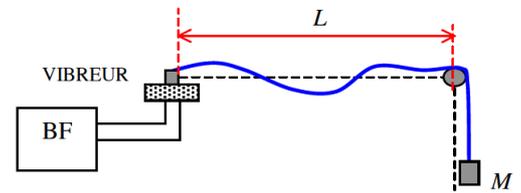
- Quelle corde faut-il raccourcir ?
- De combien faut-il la raccourcir ?
- Quelle est la longueur d'onde de la vibration sonore produite alors par les deux cordes ? (célérité du son dans l'air : 340 m/s.)

Rep : 1) La corde ré ; 2) $L' = L \frac{f_{\text{oré}}}{f_{\text{osol}}} \Delta L = 16,3$ cm ; 3) $\lambda = 86,7$ 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 $f_2 = 19 \text{ Hz}$ 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 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 faisant une régression linéaire utilisant les données du tableau. 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 : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

7. Diffraction par une fente et par un cheveu ☺☺

Un rayon laser He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) est envoyé sur une fente fine de largeur a .

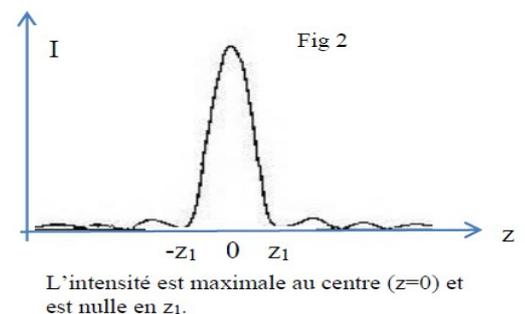
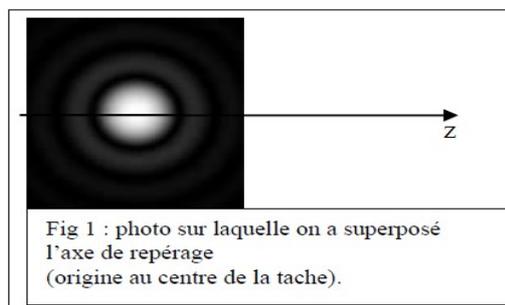
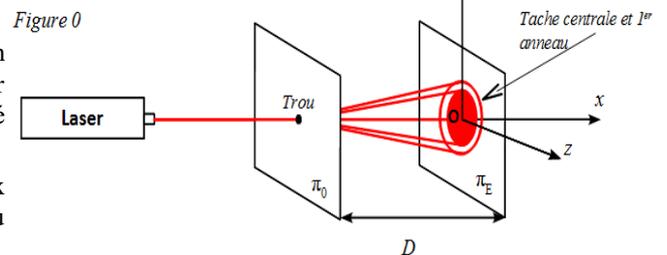
1. Pour quelle valeur de a , la tache centrale de diffraction sur un écran placé à $D = 1,50 \text{ m}$ de la fente vaut $d = 100a$, critère pour une diffraction importante et bien visible ? Comparer a et λ .
2. Expliquer qualitativement pourquoi un cheveu et une fente donnent la même figure de diffraction.
3. Un cheveu placé dans le même faisceau donne, toujours à $D = 1,50 \text{ m}$, une tache centrale de largeur $\Delta x = 3,8 \text{ cm}$; que peut-on en déduire ?

8. Trou d'Young ☺☺☺

Un Laser envoie, sur un trou circulaire de faible diamètre d percé dans un plan π_0 , un faisceau de lumière parallèle monochromatique, de longueur d'onde dans le vide λ_0 (Fig 0). On observe la figure 1 sur l'écran π_E placé à la distance D de π_0 .

Le faisceau incident se propage dans la direction Ox perpendiculaire aux plans. L'expérience s'effectue dans l'air d'indice optique n . On associe au plan π_E le repère (O, x, y) où O est le centre de la tache centrale.

La figure 2 donne, en fonction de z , l'intensité lumineuse I observée sur π_E .



- 1) Quel est le phénomène physique mis en jeu ?
- 2) Le rayon R de la tache centrale, supposé égal à z_1 , est donné par l'une des relations suivantes où k est une constante sans dimension dépendant de la géométrie et dont la valeur approchée est $k = 1,2$ pour un trou circulaire. $k \frac{\lambda_0 D}{nd}$ ou $k \frac{\lambda_0 D}{nd^2}$ ou $k \frac{\lambda_0 d}{nD}$.

Écrire la bonne réponse en justifiant brièvement les raisons de votre choix.

- 3) On peut considérer que le trou d'Young se comporte comme une source lumineuse, notée S , quasi ponctuelle, émettant de la lumière dans un cône d'angle au sommet θ correspondant à la tache centrale de la figure 1.

Évaluer θ littéralement en fonction de k , λ_0 , n et d . On pourra supposer θ petit.

- 4) Le laser utilisé est un laser He-Ne de longueur d'onde $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$. Le trou a un diamètre $d = 50,0 \mu\text{m}$ et $D = 2,00 \text{ m}$. En déduire le rayon R de la tache centrale exprimé en mm. On considérera dans les calculs $n = 1,00$.