

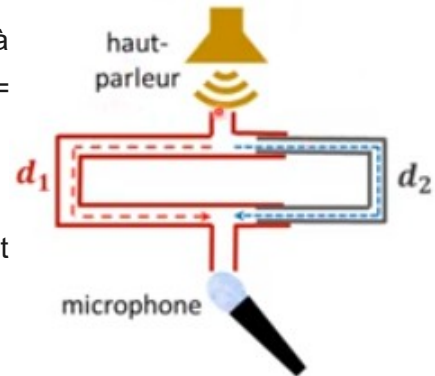
Exercices sur l'interférence sonore

Exercice 1

Un haut parleur génère un son pur de fréquence $f = 1000\text{Hz}$ à l'entrée d'un dispositif comprenant deux tubes de longueurs $d_1 = 98\text{cm}$ et $d_2 = 47\text{cm}$ (schéma ci-contre).

Le son perçu par le microphone est-il fort ou très faible ? Justifier.

Données : à la température de l'expérience, la célérité du son est 340m/s .



Réponse : on prend deux chemins différents, sur les deux tubes. À la sortie, leur combinaison donne une interférence.

L'interférence est constructive si la différence de marche $d = k\lambda \rightarrow \frac{d}{\lambda} = k$; k nombre entier

L'interférence est destructive si la différence de marche $d = (k + \frac{1}{2})\lambda \rightarrow \frac{d}{\lambda} = (k + \frac{1}{2})$

On calcule la différence de marche $d = d_1 - d_2 = 98 - 47 = 51\text{cm}$

$v = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1000} = 0,34\text{m}$ donc $\frac{d}{\lambda} = \frac{51}{34} = 1,5$ demi-entier ce qui veut dire que l'interférence est destructive ce nous amène à dire que **le son est très faible**.

Exercice 2

Deux sources ponctuelles S_1 et S_2 émettent des ondes sonores sinusoïdales à la même fréquence $f = 430\text{Hz}$. La vitesse du son est $c = 340\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. S_1 et S_2 sont en phase et de même puissance. On considère que ces sources rayonnent de façon totalement isotrope dans tout l'espace.

1. Quel est le déphasage des ondes provenant des deux sources en un point P situé à la distance $d_1 = 2,4\text{m}$ de S_1 et $d_2 = 3,6\text{m}$ de S_2 ?
2. Si en P, l'amplitude de l'onde émise par S_2 est A_2 , quelle est l'amplitude de l'onde provenant de S_1 (en fonction de A_2) ?
3. Quelle est l'amplitude de l'onde résultante en P ?
4. L'intensité sonore de l'onde en P est $I = 2,0 \times 10^{-6}\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. Que devient cette intensité si on éteint S_2 ?

Exercice 3

Un avion approche d'une piste d'atterrissage avec une vitesse v . Pour se repérer et se guider, il utilise deux signaux radio de fréquence $f_0 = 12\text{MHz}$ émis par deux antennes séparées de $L = 100\text{m}$ installées sur le bord de la piste. Les deux antennes sont supposées synchrones et cohérentes. L'avion encore éloigné se

dirige vers la piste en visant le point milieu des deux antennes en faisant un angle θ évalué par rapport à la médiane du segment constitué par les deux antennes.

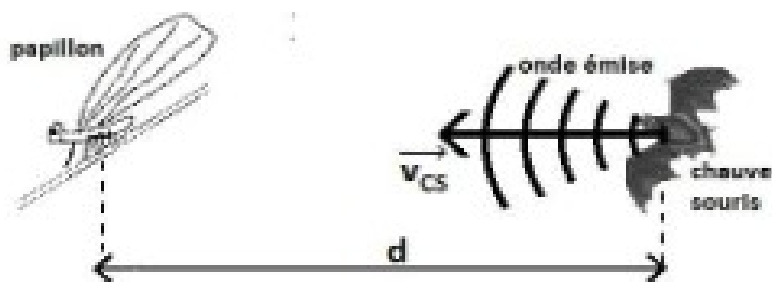
1. L'intensité de l'onde émise séparément par chaque antenne est I_0 . Déterminer l'intensité de l'onde résultant des interférences entre les deux ondes radio pour $\theta = 0$ et puis pour $\theta = \pi/2$. Pour quel angle minimal l'avion ne reçoit-il pas de signal ?

2. L'avion éloigné fait une erreur de trajectoire et se dirige avec un angle $\theta = 0$ en direction d'une des deux antennes et non pas en direction du milieu de la piste. Le pilote constate que le signal commence à diminuer. Quelle est la plus petite distance séparant l'avion de l'antenne visée pour laquelle l'intensité reçue est minimale ? L'avion vise à nouveau le centre de la piste mais en faisant un angle $\theta = 30^\circ$ avec la médiane du segment formé par les deux antennes. Sa vitesse est v . L'avion produit lui aussi un signal de référence de fréquence 12 MHz qui est superposé au signal reçu des deux antennes. Le signal résultant obtenu présente des battements de fréquence $\Delta f = 1$ Hz.

3. Quel est le phénomène responsable de cet effet ? Montrer qu'il permet de déterminer la vitesse d'approche de l'avion. Déterminer la vitesse v de l'avion.

Exercice 4

Pour se diriger dans l'obscurité ou chasser des insectes, certaines chauves-souris ont développé un système de sonar fondé sur la production et la réception d'ultrasons: l'écholocation



Certains papillons «de nuit» sont en mesure d'entendre les émissions sonores des chauves-souris qui cherchent à les repérer. Pour les éviter, ils se laissent alors tomber de la branche sur laquelle ils se trouvent. Cette tactique semble efficace, car seulement 7% des papillons qui l'utilisent sont capturés contre 50% de ceux qui ne l'utilisent pas

L'objectif de cet exercice est d'étudier le principe de l'écholocation et la tactique de défense des papillons de nuit.

Données:

- la fréquence sonore supposée émise par la chauve-souris est: $f_e = 50,0$ kHz;
- vecteur vitesse de la chauve-souris: v_{CS}
- vitesse de l'onde émise par la chauve-souris: $v_{\text{onde}} = 340$ m.s⁻¹;
- intensité de la pesanteur: $g = 9,8$ m.s⁻²;
- masse du papillon: $m = 0,50$ g;

- altitude du papillon avant la chute: $h = 1,2 \text{ m}$.

1. Étude du sonar de la chauve-souris

1.1. Onde émise par la chauve-souris

1.1.1. À quel domaine de fréquence appartient l'onde émise par la chauve-souris?

1.1.2. Est-ce une onde mécanique ou électromagnétique? Justifier.

1.1.3. Cette onde est-elle transversale ou longitudinale? Justifier.

1.2. Vitesse de la chauve-souris

En utilisant l'effet Doppler, il est possible d'évaluer la vitesse v_{CS} d'une chauve-souris. Pour une chauve-souris se rapprochant d'un récepteur ultrasons, le dispositif mesure une fréquence f_r différente de la fréquence émise par la chauve-souris.

Données:

- fréquence mesurée par le récepteur $f_r = 50,8 \text{ kHz}$;
- pour un émetteur en mouvement se rapprochant d'un récepteur fixe, la relation due à l'effet Doppler entre f_e , fréquence émise par la source, et f_r , fréquence reçue par le récepteur, est donnée par:

$$f_r = f_e \times \frac{v_{\text{onde}}}{v_{\text{onde}} - v_{\text{émetteur}}}$$

1.2.1. Montrer que la valeur de la vitesse de la chauve-souris v_{CS} est proche de $19 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

1.2.2. Comparer v_{onde} et v_{CS} .

Expliquer en quoi ce résultat est important pour le déplacement ou la chasse de la chauve-souris.

1.3. Écholocation

La durée mise par les ondes pour revenir à la chauve-souris permet à cette dernière, après réflexion de l'onde sur une proie, d'apprécier la distance la séparant de cette proie, un papillon par exemple. Le signal émis par la chauve-souris lui revient après une durée = $16,7 \text{ ms}$. Estimer la distance qui sépare la chauve-souris du papillon.