

INTERFERENCES

Exercice n°1

1. On produit des ondes progressives circulaires à la surface de l'eau en utilisant une cuve à ondes.

La célérité c de l'onde est mesurée et vaut $c = 40 \text{ cm.s}^{-1}$.

Le point source S de la surface du liquide contenu dans la cuve à ondes est animé d'un mouvement vertical sinusoïdal de fréquence $f = 20 \text{ Hz}$ et d'amplitude a supposée constante $a = 2 \text{ mm}$ (on néglige l'amortissement dû aux forces de frottement).

a. Calculer la longueur d'onde λ de l'onde progressive.

b. On considère un point M de la surface de l'eau situé à $d = 12 \text{ cm}$ du point S .

Le point M vibre-t-il en phase ou en opposition de phase avec le point source S ? Justifier.

2. On réalise maintenant des interférences à la surface de l'eau. Deux points sources synchrones, notés S_1 et S_2 , vibrant en phase et ayant même amplitude a , émettent chacun une onde progressive. On s'intéresse à la zone où les deux ondes interfèrent. En un point P de la région où se superposent les ondes issues des deux sources, $\delta = S_2P - S_1P$ représente la différence de marche entre les deux ondes qui arrivent en P . La longueur d'onde est égale à $2,0 \text{ cm}$.

a. Donner l'état vibratoire d'un point noté P_1 de la surface de l'eau tel que $S_1P_1 = 8,0 \text{ cm}$ et $S_2P_1 = 17 \text{ cm}$ en justifiant.

b. On considère le segment S_1S_2 de longueur $S_1S_2 = 11 \text{ cm}$.

Déterminer l'amplitude A du mouvement du point O milieu de ce segment.

c. Montrer que, sur le segment S_1S_2 , deux points consécutifs d'amplitude maximale sont distants de $\lambda/2$.

d. Combien y a-t-il de points d'amplitude maximale sur le segment S_1S_2 ?

Exercice n°2

La qualité de l'écoute musicale que l'on obtient avec une chaîne hi-fi dépend de la manière dont les enceintes sont disposées par rapport à l'auditeur. En particulier, il faut absolument éviter la configuration où un mur se trouve à distance D trop courte derrière l'auditeur. L'onde issue de l'enceinte se réfléchit sur le mur sans aucun déphasage pour la surpression, grandeur à laquelle est sensible l'oreille de l'auditeur. Supposons-là de plus harmonique de fréquence f .

On note $c = 343 \text{ m.s}^{-1}$ la vitesse du son dans l'air.

1.a - En vous aidant d'un schéma clair, exprimer le décalage temporel $\Delta\tau$ qui existe entre les deux ondes arrivant dans l'oreille de l'auditeur, celle provenant directement de l'enceinte et celle s'étant réfléchi sur le mur.

1.b - En déduire le déphasage $\Delta\phi$ entre les deux ondes.

2.a - Expliquer pourquoi il existe un risque de diminution de l'amplitude perçue par l'auditeur pour certaines fréquences.

2.b - Exprimer ces fréquences en fonction d'un entier p . Quelle condition doit vérifier la distance D pour qu'aucune d'entre elles ne soit dans le domaine audible ? Commenter.

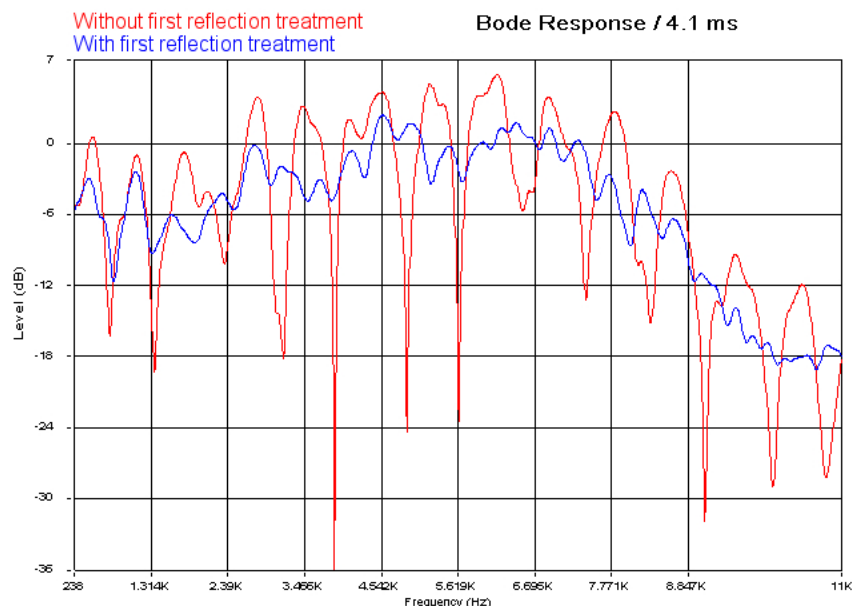
3 - Expliquer qualitativement pourquoi on évite l'effet nuisible en éloignant l'auditeur du mur. Pourquoi recouvrir le mur d'un revêtement adéquat aura le même effet ?

4 - On cherche maintenant à mesurer l'efficacité d'un revêtement particulier. Un micro sensible à la surpression est placé à une distance D du mur, puis un haut-parleur envoie un signal appelé *bruit blanc* dont le spectre contient toutes les fréquences avec la même amplitude. La courbe obtenue, d'allure très caractéristique, est appelée « courbe en peigne ». Elle représente la différence de niveau sonore en décibel en fonction de la fréquence, cette différence ΔI_{dB} étant relié à l'amplitude A du signal sonore par $\Delta I_{\text{dB}} = 20 \log (A/A_{\text{réf}})$, où $A_{\text{réf}}$ est une amplitude de référence.

4.a - Lorsqu'il y a superposition de deux ondes de même amplitude A_0 , quelle est, en dB, l'augmentation maximale de l'amplitude ?

Que peut-on donc dire du choix de l'amplitude de référence au vu de la courbe ?

4.b - Calculer numériquement la distance D .



Exercice n°3

Deux haut-parleurs déphasés temporellement

Deux haut-parleurs identiques émettent un son à 400 Hz . La célérité de ce son dans l'air est 340 m/s . Les haut-parleurs sont séparés par une distance $D = 5 \text{ m}$. Le premier haut-parleur est branché deux secondes avant le deuxième. On désire trouver l'endroit le plus près du deuxième haut-parleur entre les deux haut-parleurs où il y a interférence destructive du son.