

TD 5 - INTERFÉRENCES

1 Exercice 1 - Interférences dans une salle de concert

On étudie ce qui se passe dans un concert de plein air. On suppose qu'il y a un haut parleur de chaque côté de la scène, séparés de 10 m. Un auditeur est situé en face du milieu de la scène, à une distance D de 50 m. Au moment du concert considéré, la note jouée par les haut-parleurs est un La à 1760 Hz.

Question (1.1)

Quelle est la longueur d'onde de l'onde sonore jouée par les deux haut-parleurs ?

Question (1.2)

A l'endroit où est situé l'auditeur, les ondes provenant de chaque haut-parleur sont-elles en phase ou en opposition de phase ?

Question (1.3)

Quelle est la conséquence sur l'amplitude du son ressentie par l'auditeur ?

Question (1.4)

De combien doit il se déplacer vers la gauche ou la droite de la scène pour ne plus rien entendre ? (On donne la formule donnant la différence de chemin entre deux points O_1 et O_2 séparés de a et M lorsque M se déplace le long d'un axe y parallèle à O_1O_2 et situé à une distance D de cette droite : $O_1M - O_2M \simeq ay/D$.)

Question (1.5)

Comment est résolu ce problème habituellement en concert ?

2 Exercice 2 - Réduction active de bruit

Dans cet exercice on essaie d'étudier comment fonctionnent les doubles vitrages réducteurs de bruits. On va donc supposer que l'on essaie de réduire le bruit émis par une source positionnée en $x_0 = 0$ m qui émet une onde progressive sinusoïdale à la fréquence 1,7 kHz dans le sens des x croissant à la célérité c . L'amplitude du son en x_0 est $s_1(x_0, t) = A \cos(\omega t)$.

Question (2.1)

Ecrire l'amplitude du son au point x au temps t .

Question (2.2)

On veut placer un deuxième émetteur à la position $x_1 = 1,5$ m afin d'éliminer le bruit ressenti après l'émetteur (à $x > x_1$). Quel est doit être le signal $s_2(t)$ émis par ce deuxième émetteur ?

Question (2.3)

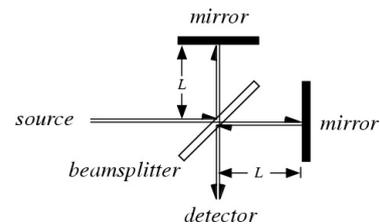
A quelles autres positions peut-on placer ce second émetteur en supposant qu'il émet toujours le signal calculé $s_2(t)$?

3 Exercice 3 - Interféromètre de Michelson

Un interféromètre de Michelson est un appareil d'optique qui permet de mesurer des chemins optiques (et donc des longueurs) avec une très grande précision, c'est par exemple avec un interféromètre de Michelson qu'on a pu détecter des effets d'ondes gravitationnelles.

Un interféromètre de Michelson est constitué d'une source lumineuses qui envoie une onde électromagnétique sur une lame semi-réfléchissante. La moitié de l'amplitude de l'onde va dans un bras de l'interféromètre et l'autre moitié dans l'autre. Au bout de chaque bras, un miroir renvoie chaque onde, et elles se recombinaient sur la lame semi-réfléchissante qu'elles traversent.

On suppose que l'onde émise par la source s'écrit sous la forme $s(O, t) = A \cos(\omega t)$, et que la distance entre la source et la lame est d_1 .



Question (3.1)

Ecrire l'amplitude de l'onde à l'arrivée sur la lame semi-réfléchissante $s(M, t)$.

Question (3.2)

On suppose maintenant que l'onde se sépare en deux dans chaque bras $s_1(M, t)$ dans le bras 1 et $s_2(M, t)$ dans le bras 2 avec $s_1(M, t) = s_2(M, t) = \frac{s(M, t)}{2}$. Si on appelle L_1 la longueur du bras 1 et L_2 la longueur du bras 2, quelle est l'amplitude de chaque onde à son arrivée sur chaque miroir $s_1(M_1, t)$ et $s_2(M_2, t)$?

Question (3.3)

Quelle est l'amplitude de chaque onde après le retour $s'_1(M, t)$ et $s'_2(M, t)$?

Question (3.4)

En utilisant la formule des interférences, quelle est l'amplitude totale de l'onde sur la lame $s'_1(M, t) + s'_2(M, t)$?

Question (3.5)

A quelle condition sur L_1 et L_2 l'amplitude est-elle maximale ? minimale ?