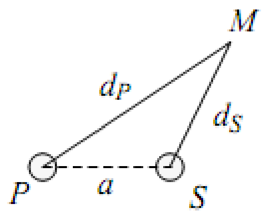
TD SP2 Interférences

Exercice n°1. Contrôle actif du bruit

La méthode du contrôle actif du bruit consiste à émettre une onde sonore qui, superposée à l'onde sonore du bruit, l'annule par interférence destructrice. Pour modéliser la méthode on suppose que la source primaire de bruit P est ponctuelle et qu'elle émet un onde sinusoïdale de longueur d'onde λ. On crée une source sonore secondaire ponctuelle S qui est située à distance $PS = a$ de la source primaire et qui émet une onde de même longueur d'onde.

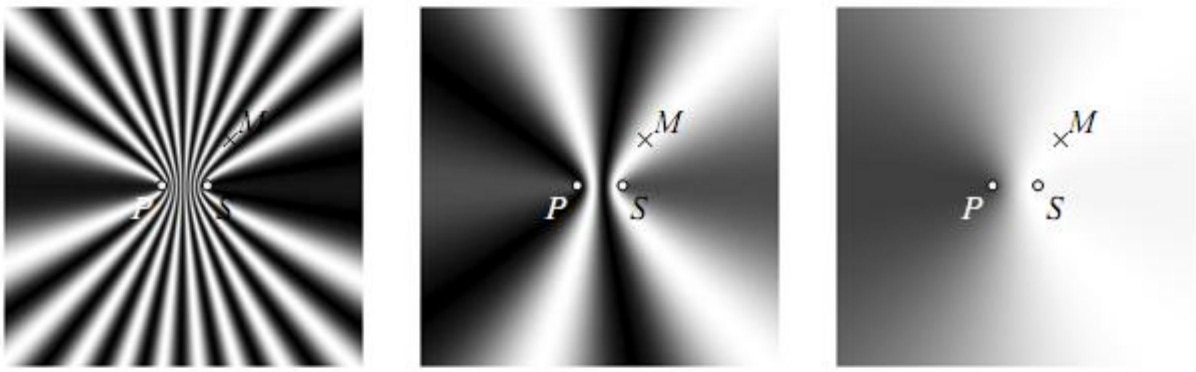


1. On souhaite annuler le bruit en un point M. On pose $PM = d_P$ et $SM = d_S$.

On fait le calcul avec deux ondes de même amplitude présentant chacune une **phase à l'origine non nulle**.
On cherche $\Delta\varphi_0$ la différence entre les phases à l'origine.

a. Exprimer le déphasage $\Delta\varphi_0$ que la source secondaire doit présenter par rapport à la source primaire en fonction de λ, d_P, d_S et d'un entier m.

b. L'amplitude de l'onde d'une source ponctuelle à distance d de la source est $A = \dfrac{\alpha}{d}$ où α est une constante. Quel doit être le rapport $\dfrac{\alpha_S}{\alpha_P}$ des constantes d'amplitude relatives aux deux sources ?

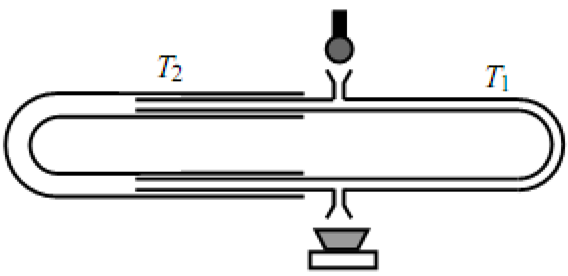


$\lambda = 0.2a$ $\lambda = a$ $\lambda = 5a$

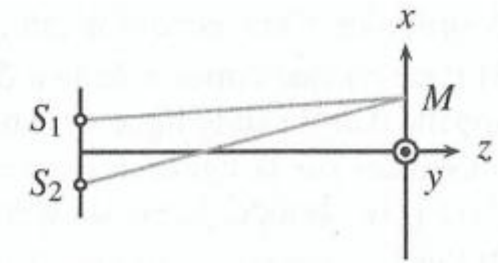
2. Les figures ci-dessus obtenues par simulation visualisent l'amplitude de l'onde résultante dans le plan contenant P, S et M : le gris est d'autant plus foncé que l'amplitude de l'onde sonore est élevée. Commenter ce document, notamment l'influence de la longueur d'onde.

Exercice n°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 $d = 11{,}5$ cm $\pm\, 2$ mm. Déterminer la valeur de la célérité du son dans l'air à 20°C, température à laquelle l'expérience est faite.



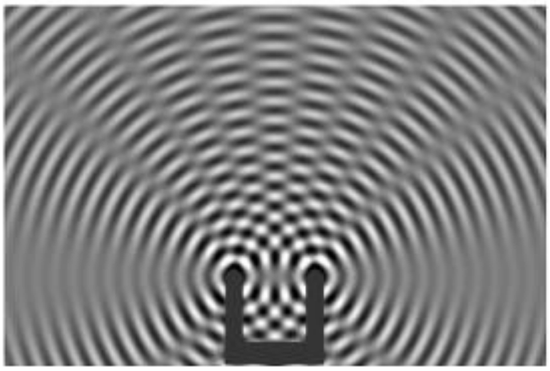
Exercice n°3. Interférences lumineuses

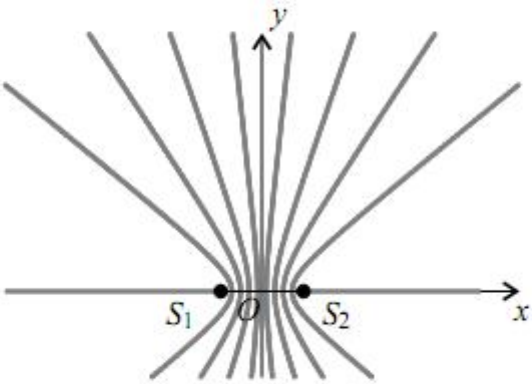


On étudie le dispositif des trous d'Young. Deux trous, séparés d'une distance a = 0,10 mm, sont éclairés par une lumière de longueur d'onde dans le vide λ = 450 nm. Un écran est situé à une distance D = 20 cm, sur lequel on étudie l'intensité lumineuse au point M(x,y). L'ensemble est dans l'air, assimilé à du vide.

1) Rappeler la différence de chemin optique entre les deux trous au point M.
2) En utilisant la formule de Fresnel $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$, exprimer l'intensité lumineuse I(x) sur l'écran.
3) Préciser l'expression de l'interfrange i en fonction de λ, D et a. Application numérique.
4) Exprimer l'intensité en fonction de i. Que représente i pour la fonction Intensité I(x).
5) Tracer l'allure de la courbe d'intensité en fonction de x.
6) Si les deux trous sont de diamètre différent, et que S_2 laisse passer une amplitude deux fois plus grande que S_1, que se passe-t-il pour l'intensité ? Tracer I(x).

Exercice n°4. Interférences sur la cuve à ondes





La figure ci-dessus représente une cuve à ondes éclairée en éclairage stroboscopique. Deux pointes distantes de a frappent en même temps, à intervalles réguliers, la surface de l'eau, générant deux ondes qui interfèrent. La figure est claire là où la surface de l'eau est convexe et foncée là où elle est concave. L'amplitude d'oscillation est plus faible là où la figure est moins contrastée.

1. On suppose pour simplifier que des ondes sinusoïdales partent des deux points S_1 et S_2 où les pointes frappent la surface. En notant λ la longueur d'onde, donner la condition pour que l'interférence en un point M situé aux distances d_1 et d_2 respectivement de S_1 et S_2, soit destructrice. Cette condition fait intervenir un entier m.

2. Pour chaque entier m le lieu des points vérifiant cette condition est une courbe que l'on appelle dans la suite ligne de vibration minimale. Les lignes de vibration minimale sont représentées sur la figure de droite : ce sont des hyperboles (voir annexe mathématique).

a. Les parties $x < -\frac{a}{2}$ et $x > \frac{a}{2}$ de l'axe (Ox) sont des lignes de vibration minimale. En déduire un renseignement sur $\frac{a}{\lambda}$.

b. Sur le segment S_1S_2 quel est l'intervalle de variation de $d_2 - d_1$? Déduire de la figure la valeur de $\frac{a}{\lambda}$.

3. Expliquer pourquoi l'image est bien contrastée au voisinage de l'axe (Oy).