Superposition de deux signaux

1. Superposition d'ondes Les équations d'onde de deux ondes voyageant en sens contraire sur une corde sont, avec toutes les grandeurs indiquées en unités SI,

$$y_1(x,t) = 0{,}03\sin(10t - 2x) \qquad \text{et} \qquad y_2(x,t) = 0{,}03\sin(10t + 2x)$$

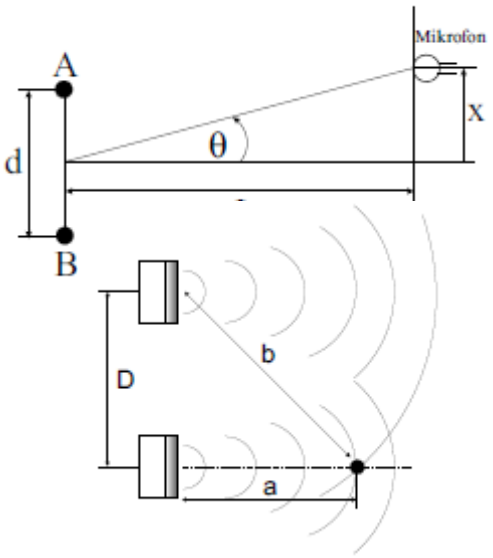
1. Déterminer la longueur d'onde et la période.
2. Écrire l'équation d'onde de l'onde stationnaire qui résulte de la superposition des deux ondes.
3. Trouver la position des deux noeuds les plus près de $x = 0$ (pour $x > 0$).
4. Trouver la position des deux ventres les plus près de $x = 0$ (pour $x > 0$).
5. Trouver l'amplitude A en $x = \lambda/8$.

2. Un puis deux vibreurs sur une corde Un vibreur S_1 est animé d'un mouvement oscillatoire sinusoïdal vertical de fréquence 30 Hz et d'amplitude 2 cm. À la date $t = 0$, il passe par sa position la plus basse.

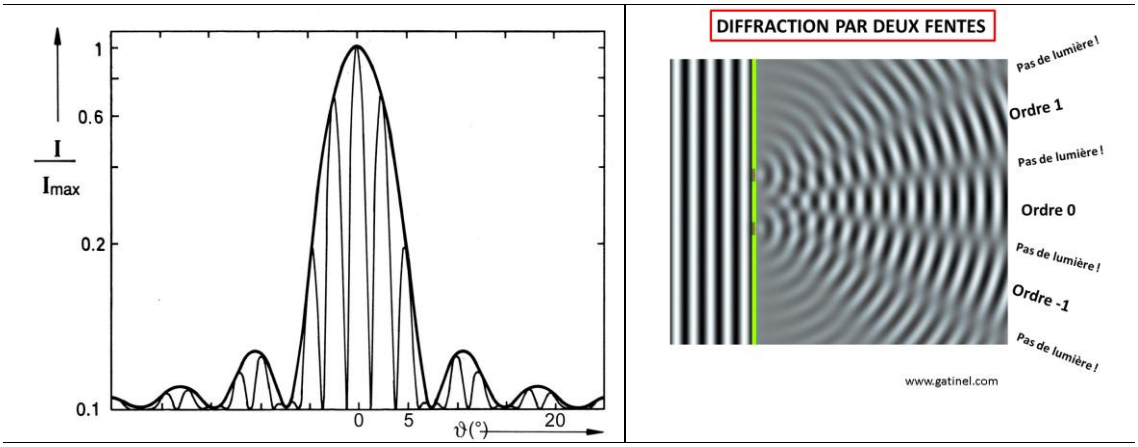
1. Déterminer l'équation horaire de S_1 dans un repère O_y orienté vers le haut.
2. S_1 est relié à une corde élastique horizontale de longueur 56 cm sur laquelle prend naissance une onde qui progresse à la célérité de 2,4 m.s^{-1}. Déterminer l'équation du mouvement d'un point M situé à la distance de $x = 20$ cm de S_1.
   Comparer l'état vibratoire de S_1 et de M.
3. À l'autre extrémité de la corde se trouve un deuxième vibreur S_2, identique à S_1 mais qui passe par sa position la plus haute à la date $t = 0$. Écrire l'équation horaire de S_2.
4. Comment peut-on qualifier les 2 sources S_1 et S_2 ? Peuvent-elles donner naissance à un phénomène d'interférences ?
5. Écrire l'équation horaire du mouvement du même point M qu'en 2 sous l'effet de l'onde progressive issue de S_2. Comparer l'état vibratoire de S_2 et de M.
6. Quel est l'état vibratoire du point M sous l'effet des ondes issues de S_1 et S_2 ensemble ?

3. Interferences à ondes sonores

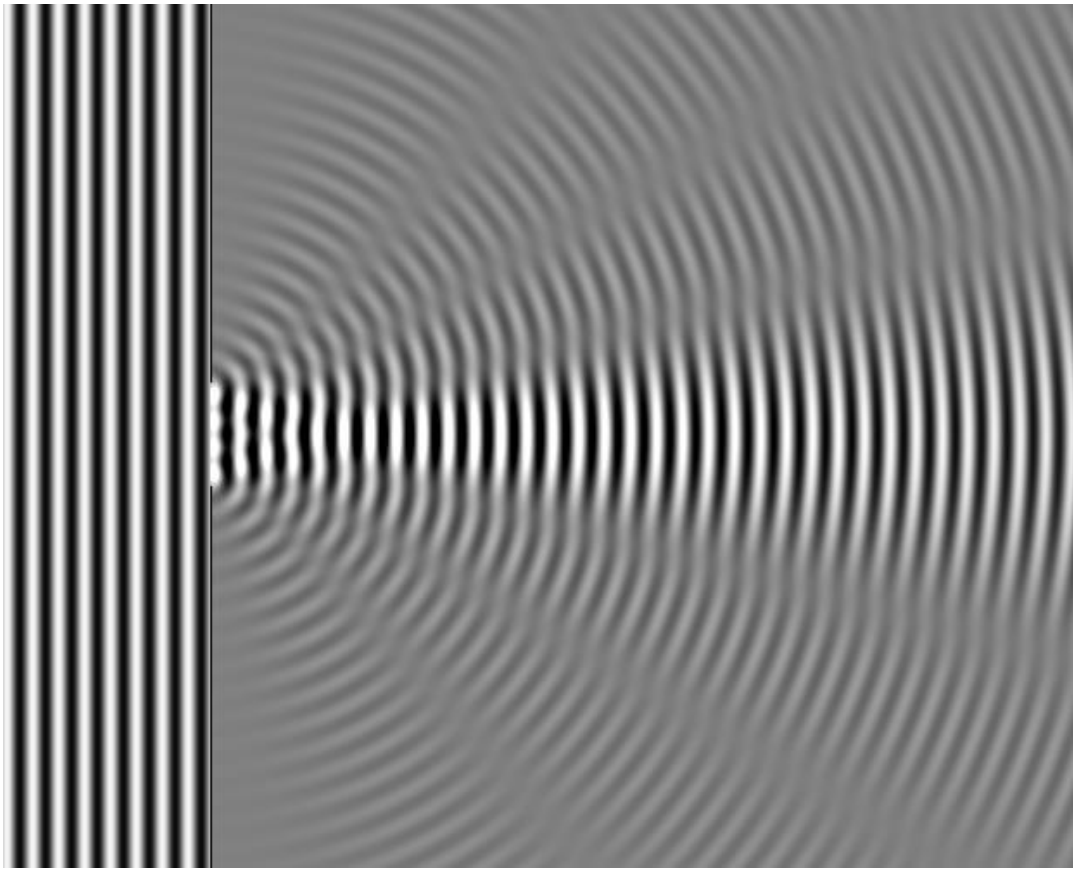
1. Deux sources sonores identiques distants de d = 1 m se trouvent sous l'eau. Elles émettent des ondes cohérentes de fréquence 3500 Hz. La vitesse de propagation des ondes sonores dans l'eau est v = 1500 m.s^{-1}. On déplace un microphone parallèlement à AB à une distance L = 1000 m de AB. Pour quelles valeurs de x le signal détécté par le microphone sera-t-il minimal ?
2. Deux haut-parleurs distants de D = 2,3 m émettent des ondes sinusoïdales de longueur d'onde . Un détecteur est placé à a = 1,2 m devant un des haut-parleurs. Pour quelles valeurs de λ l'intensité du détecteur sera-t-elle minimale ?



4. Diffraction et interférences Lorsqu'on a deux ouvertures (fentes), on a le phénomène de diffraction et d'interférence en même temps. Interpréter les figures ci-dessous et déterminer pour la figure de gauche le rapport entre la largeur d'une fente et la distance entre les deux fentes.



5. Diffraction par une ouverture La figure ci-dessous est une photo instantanée d'un phénomène de diffraction. Peut-on déterminer la relation entre la longueur d'onde et la taille de l'ouverture ? Par des méthodes différentes ?

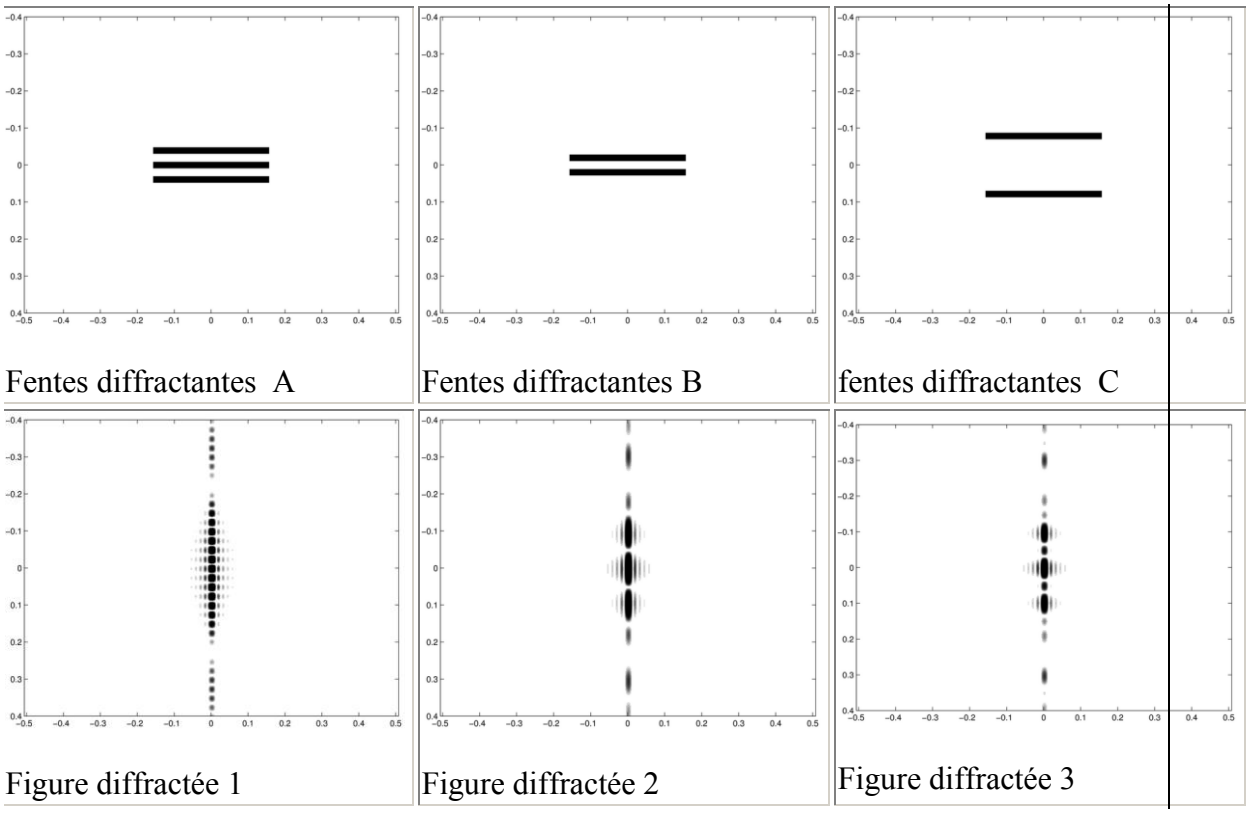


6. Radiotélescope Voici une photo d'un radiotélescope (Westerbork Synthesis Radio Telescope WSRT, Pays-Bas) utilisé pour capter le rayonnement radio des étoiles. Pourquoi peut-on utiliser un maillage assez grossier pour étendre la surface du « miroir » ?

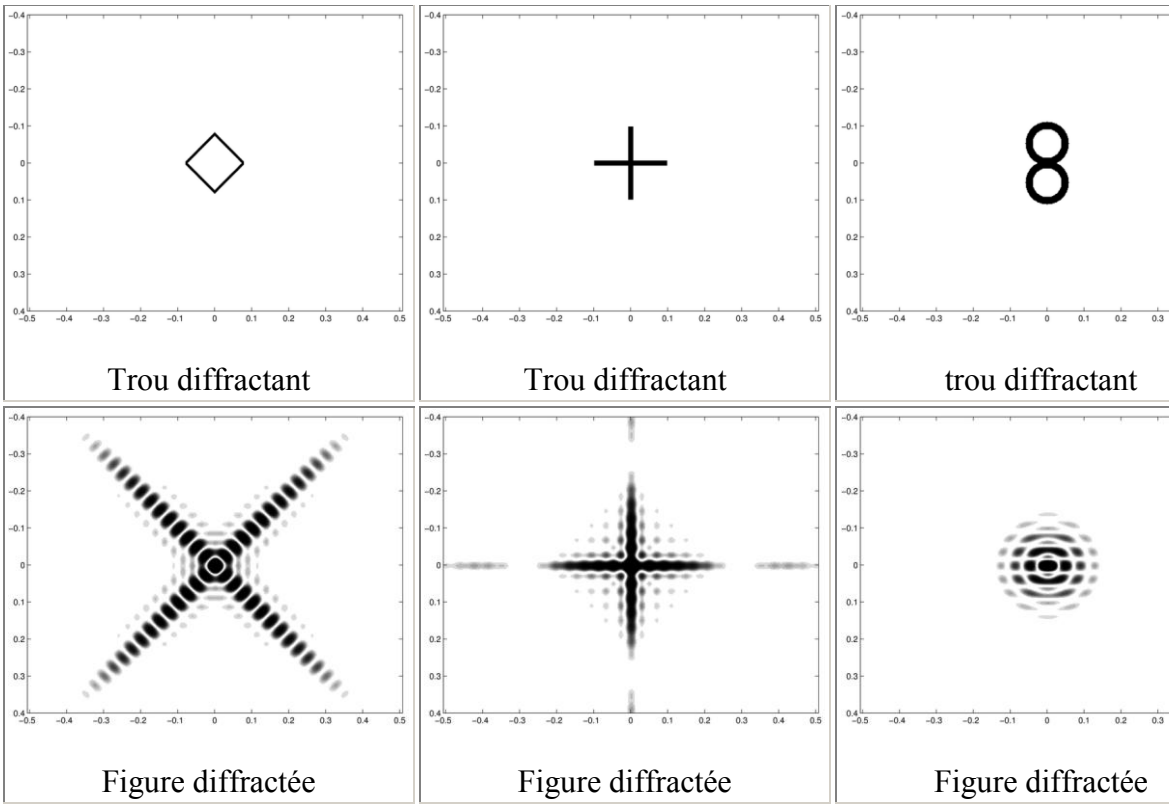


7. Diffraction par ouvertures différentes Associer à chaque fente diffractante sa figure de diffraction. Justifier et déterminer (si possible) la distance de l'écran aux fentes. Pour les fentes, l'unité est le µm, pour les

figures de diffraction, l'unité est le m.



Interpréter alors les associations trou-figure suivantes :



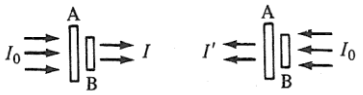
8. Muraille de Chine On peut parfois lire que la muraille de Chine a été le seul bâtiment construit par l'homme encore visible par les astronautes depuis la Lune (400 000 km). Montrer qu'il s'agit d'une légende.

9. Résolution de l'œil Les phares d'une automobile en train de s'approcher sont écartés de 1,5 m. Estimer la distance à laquelle les deux phares peuvent être séparés à l'oeil nu si la résolution de l'oeil est déterminée par la seule diffraction. On prendra comme longueur d'onde moyenne 550 nm et pour diamètre de la pupille 2,5 mm.

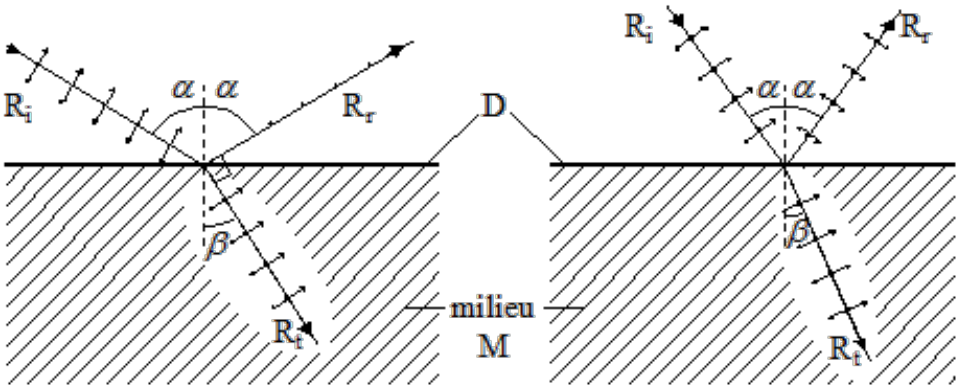
Est-ce que la résolution de l'oeil est meilleure de jour ou de nuit?

Remarque : l'oeil peut être assimilé à une lentille convergente de distance focale 17 mm, diaphragmée par la pupille et la distance entre cellules réceptrices est de 4 µm

10. Filtres polarisants On met deux filtres polarisants l'un derrière l'autre (voir figure) : le filtre A polarise la lumière verticalement et le filtre B selon une direction qui fait un angle de 45° avec celle de A. Déterminer les rapports des intensités I/I_0 et I'/I_0 entre la lumière transmise et la lumière incidente polarisée verticalement et arrivant respectivement de la gauche ou de la droite.



11. Lunettes de soleil polarisées La lumière du soleil peut se polariser par réflexion. Lorsqu'un rayon lumineux tombe sur un dioptre D (suivi par un milieu M non-métallique voir figure ci- dessous), on observe que le rayon se partage entre un rayon transmis et un rayon réfléchi, et que l'intensité de ces deux rayons dépend de l'angle d'incidence. Ceci est dû à la formation du rayon réfléchi par oscillation des électrons des atomes du milieu M. Le champ électrique de l'onde lumineuse étant perpendiculaire à la direction de propagation, lorsque la direction de l'onde transmise est perpendiculaire à celle de l'onde réfléchie (angle de Brewster : $\tan(i) = n_r/n_i$) on observe qu'il n'y a pas d'onde réfléchie à condition que la lumière soit polarisée dans le plan d'incidence. Dans le cas contraire, le faisceau réfléchi est partiellement polarisé.



1. La lumière venant du Soleil n'est pas polarisée par temps nuageux et partiellement polarisé par temps ensoleillé (diffusion qui fait la couleur bleue du ciel), comment pourra-t-on caractériser la lumière réfléchie sur une vitre? Est-ce que ceci dépend de l'angle d'incidence?
2. Dans une publicité pour des lunettes de soleil à verres polarisants, on peut lire : « Un verre polarisé élimine la lumière réfléchie sur l'eau , la neige ou tout autre surface réfléchissante comme le pare-brise de votre voiture par exemple. » Est-ce que la publicité est mensongère ou non?

♫