

TD6 : Diffraction et interférences

1. La houle prend naissance loin des côtes sous l'effet du vent. Elle est formée de vagues rectilignes parallèles dont les sommets sont espacés de 230 m . Cette houle arrive sur un port dont l'ouverture entre deux jetées a une largeur $a = 200\text{ m}$.

- Dans cette situation, est-il pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction ?
- Représenter l'aspect de l'onde après le passage par l'ouverture entre les jetées.

2. On souhaite montrer l'influence de la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle sur le phénomène de diffraction d'une onde ultrasonore.

- Faites une liste du matériel nécessaire.
- Décrivez l'expérience.

3. Lors d'un TP, vous disposez de deux sources monochromatiques différentes : la première a une longueur d'onde $\lambda_1 = 633\text{ nm}$, la longueur d'onde λ_2 de la deuxième source n'est pas indiquée. Vous disposez d'un fil d'épaisseur a situé à une distance D d'un écran. Vous observez un phénomène de diffraction et mesurez la largeur de la tache centrale de diffraction pour les deux sources : $L_1 = 25\text{ mm}$ et $L_2 = 20\text{ mm}$. Pouvez-vous déterminer la longueur d'onde λ_2 de la deuxième source ?

4. Les ondes radio.

Un élève consulte Internet pour récolter des informations sur les ondes radio. Il lit : "Lorsqu'une onde rencontre un obstacle de grande dimension par-rapport à la longueur d'onde, celle-ci pourra être arrêtée par cet obstacle. Ce sera le cas d'une colline, d'une montagne, etc. Cependant, dans une certaine mesure, l'onde pourra contourner l'obstacle et continuer à se propager derrière celui-ci. Ainsi, une onde ne sera pas entièrement arrêtée par une montagne, mais pourra continuer à se propager à partir du sommet de la montagne, vers la plaine qui se trouve derrière. Ce franchissement de l'obstacle se fera avec une atténuation, parfois très importante.

Les fréquences jouent un rôle important dans ce phénomène : une émission kilométrique n'aura pas de difficulté pour franchir une montagne, alors qu'une émission décimétrique sera pratiquement arrêtée. Une émission centimétrique sera arrêtée même par une petite colline."

- Proposez une explication à la dernière phrase.
- Considérons une onde radio, de fréquence 162 kHz , telle qu'émise par la station radio France Inter sur les grandes ondes (GO). Calculez la longueur d'onde de cette onde radio.
- Cette onde arrive à l'entrée d'une vallée, dont la largeur d'entrée est de l'ordre d'un kilomètre. Expliquez ce qui arrive à l'onde radio, et pourquoi il est préu d'utiliser la radio France Inter (GO) pour prévenir tous les habitants en France en cas d'alerte nationale.

5. Deux émetteurs ultrasonores E_1 et E_2 branchés sur le même GBF émettent des ondes fréquence $f = 4,25 \cdot 10^4\text{ Hz}$. *Données* : la célérité des ondes ultrasonores dans l'air vaut $c = 340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- Calculez la longueur d'onde des ondes ultrasonores.
- Justifiez que l'on peut observer un phénomène d'interférence dans la partie commune aux deux faisceaux.
- À quelle condition les interférences sont-elles constructives en un point ? Destructives ?
- Le tableau ci-dessous donne la distance entre les deux émetteurs et trois points M , N et P . Indiquez en chacun de ces points si les interférences sont constructives ou destructives.

Points	M	N	P
Distance à E_1 (mm)	234	252	312
Distance à E_2 (mm)	226	256	328

À l'aide de fentes d'Young et d'une diode laser rouge, on réalise une figure d'interférences sur un écran placé à la distance D des fentes. Indiquez sans calculs il faut approcher ou éloigner l'écran pour obtenir le même interfrange avec une diode laser verte.

6. Interférences et diffraction

Lorsqu'on réalise une expérience d'interférences à l'aide fentes d'Young, les deux fentes étant très proches l'une de l'autre, leurs figures de diffraction sont superposées sur l'écran. Les franges d'interférence sont visibles, en particulier dans la tache centrale de diffraction.

- Rappelez l'expression de la largeur ℓ de la tache centrale de diffraction en fonction de la largeur a des fentes, de la distance D entre les fentes d'Young et l'écran, et de la longueur d'onde λ .
- Exprimez le rapport a_{1-2}/a , où a_{1-2} est l'écart entre les fentes d'Young, en fonction de ℓ et de l'interfrange i des interférences.
- Dans le cadre de l'expérience on compte 11 franges d'interférence dans la tache centrale dont on mesure la largeur : $\ell = 4,4 \text{ cm}$. Calculez le rapport a_{1-2}/a .
- Comment évolue le nombre de franges brillantes dans la tache centrale de diffraction si on augmente la largeur a des fentes sans changer leur écartement ?

7. Une source de lumière jaune émet en réalité deux radiations :

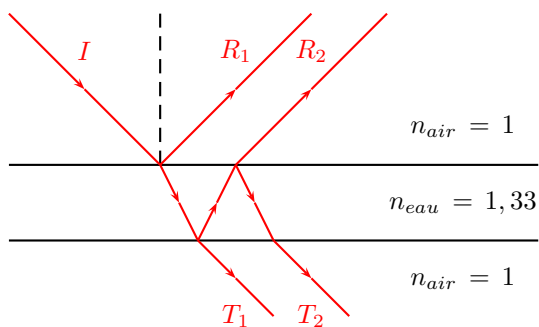
- une de couleur rouge et longueur d'onde $\lambda_R = 650 \text{ nm}$;
- l'autre de couleur verte et longueur d'onde $\lambda_V = 520 \text{ nm}$.

Représentez l'allure de la figure d'interférences obtenue sur un écran blanc.

8. Deux haut-parleurs S_1 et S_2 , alimentés par le même GBF, sont placés face à face à une distance $L = 1 \text{ m}$ environ l'un de l'autre. Un petit micro, branché sur la voie 1 de l'oscilloscope, peut être déplacé entre les deux haut-parleurs. Lorsque le micro est dans sa position initiale, à une distance $\ell < L/2$ de S_2 , l'amplitude de la courbe observée sur l'oscilloscope est maximale. On déplace lentement le micro vers S_1 : la courbe sur l'oscilloscope passe par un minimum puis un maximum et ainsi de suite huit fois. Quand on arrête le micro, il a été déplacé de $d = 0,500 \text{ m}$. Sachant que le GBF délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence $f = 2720 \text{ Hz}$, calculez la célérité des ondes sonores dans l'air.

9. Couleurs d'une bulle de savon.

Lorsque la lumière arrive sur la surface de séparation de deux milieux transparents, elle subit une réfraction et une réflexion. Le pourcentage de lumière réfléchi ou transmise dépend de l'indice des deux milieux et de l'angle d'incidence. Pour une incidence normale (rayon incident normal à la surface) et une surface de séparation air-eau, 98% de l'intensité lumineuse est transmise et 2% est réfléchi.



Pour rendre plus claires les notations, la figure n'est pas représentée en incidence normale.

a) En notant I l'intensité lumineuse du rayon incident, calculez les intensités lumineuses R_1 et R_2 des deux premiers rayons réfléchis, et les intensités T_1 et T_2 des deux premiers rayons transmis.

b) Les rayons réfléchis interfèrent, de même que les rayons transmis. Pour quel couple de rayons la différence d'intensité lumineuse entre les interférences constructives et destructives est-elle plus marquée ? Justifiez sans calcul.

c) Voit-on mieux les couleurs d'une bulle de savon lorsqu'on observe la lumière réfléchi par la bulle ou la lumière transmise ?