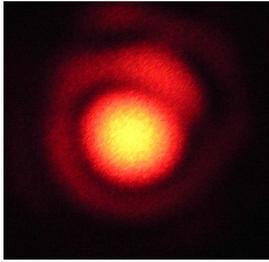


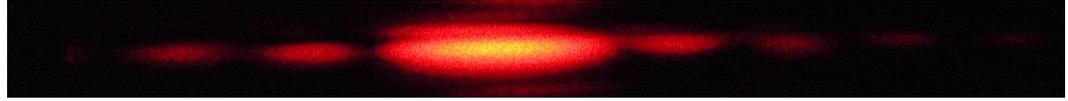
Term S - Chap 03 – Propriétés des ondes

I) Diffraction

1) Présentation :



Exemples : Diffractions d'une onde à la surface de l'eau, d'une onde sonore, de la lumière.



Les ondes mécaniques sont diffractées lorsqu'elles rencontrent un obstacle (fil) ou une ouverture (fente ou trou).

2) Condition d'obtention :

La dimension de l'obstacle ou de l'ouverture doit être

3) Diffraction d'une onde lumineuse

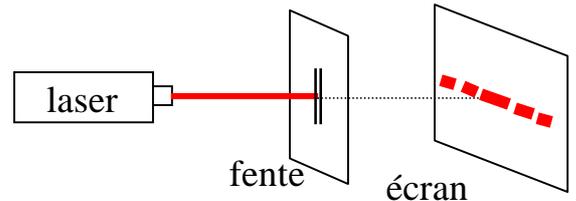
Lorsque la lumière passe par une ouverture de, elle est diffractée.

Plus l'ouverture est petite, plus la diffraction est

La figure de diffraction est constituée

Ces taches sont alignées selon une direction à la fente.

schéma

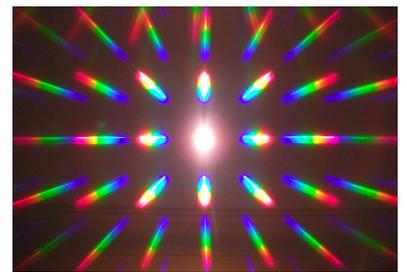


4) Interprétation :

La diffraction étant caractéristique des ondes, ces expériences montrent le caractère de la lumière. La lumière est une onde électromagnétique qui se propage.

5) Diffraction de la lumière blanche :

On observe la lumière du soleil à travers un voileage de tergal.
On obtient aussi une diffraction, avec des taches irisées bordées de rouge d'un côté et de violet de l'autre, formant une croix.



6) problèmes dues à la diffraction :

- * lire p 67 – doc 4 – DVD et Blu-ray
- * en photographie, si l'ouverture du diaphragme est petite, il y a parfois diffraction sur la photo

7) Etude détaillée de la diffraction d'un faisceau laser par une fente :

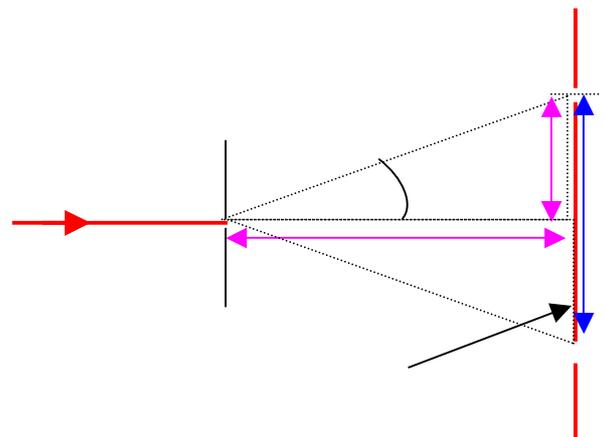
L'ouverture est une fente de largeur a (en m).

λ_0 : longueur d'onde de la radiation dans le vide (m)

θ : écart angulaire (en rad) entre le milieu de la tache centrale et la 1^{ère} extinction . $\theta = \dots\dots\dots$

D'après le schéma, $\tan \theta = \dots\dots\dots$

Si θ est petit, $\tan \theta \approx \dots\dots\dots$

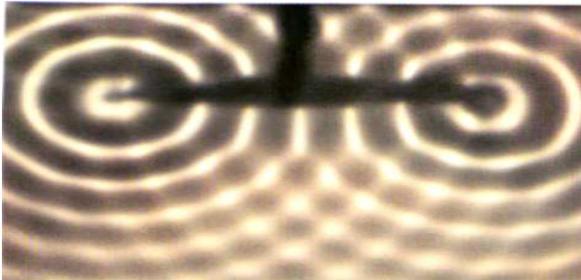


II) Interférences :

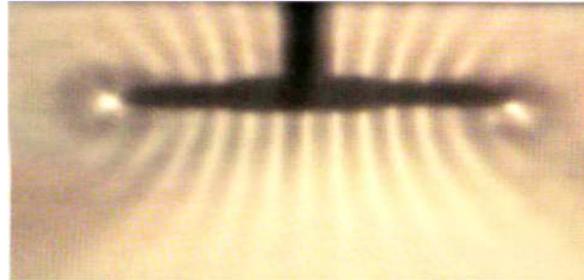
1) Mise en évidence expérimentale

Sur une cuve à onde, deux pointes verticales vibrent transversalement. Ces deux pointes étant issues d'un même vibreur elles sont dites : elles ont en permanence la même et sont à tout instant.

Les ondes progressives ainsi générées se; on voit alors apparaître des zones d'amplitude et d'autres d'amplitude (zone brillante et sombre) : ce sont des

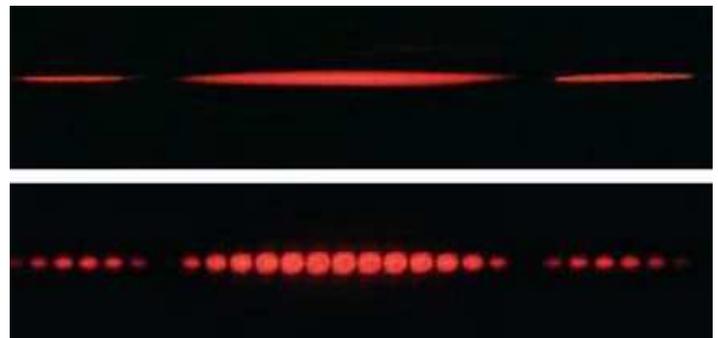


Interférences sur une cuve à ondes



..... photographiées avec un long temps de pose

Si on éclaire deux fentes parallèles proches (fentes de Young) avec une lumière monochromatique (laser) , on observe une figure de diffraction striée d'une alternance de bandes noires et lumineuses appelées



diffractions avec une fente et avec deux fentes

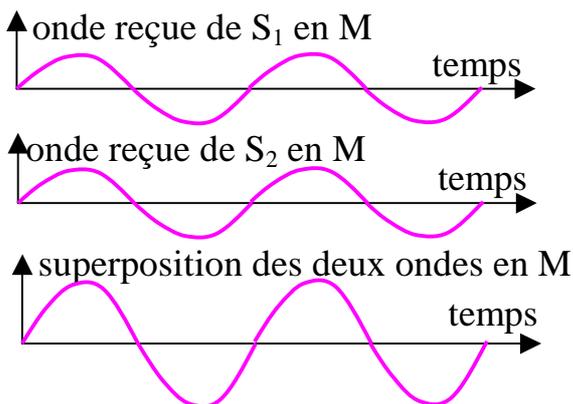
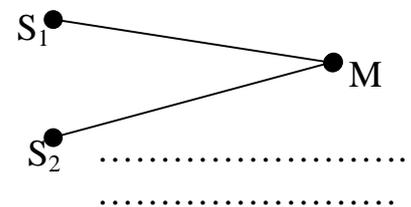
2) Nécessité de sources cohérentes :

Les interférences n'existent que si les sources ont la même et un Les sources sont alors

3) Interférences constructives et destructives

Les deux ondes qui interfèrent sont émises par chacune des sources, mais doivent parcourir des distances pour parvenir à un endroit donné du milieu.

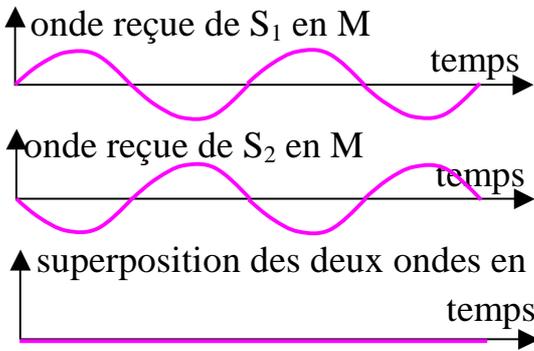
La différence entre les distances parcourues par deux ondes issues de sources qui interfèrent en un point M, est appelée



Dans le cas particulier d'un point M où δ est un multiple entier de le retard d'une onde par rapport à l'autre est égal à un nombre, si bien que les deux ondes sont en ce point M.

Ainsi les deux ondes ont des amplitudes maximales en même temps, ce qui rend également l'amplitude de leur superposition : les interférences sont

Deux ondes en phase interfèrent de manière



Deux ondes en phase interfèrent de manière

Inversement, si la différence de marche δ au point M est égale à
, les interférences sont
 Les ondes sont en

Au point M, l'interférence de ces deux ondes de longueur d'onde λ est :
 • constructive si $\delta = \dots\dots\dots$
 • destructive si $\delta = \dots\dots\dots$
 avec k entier relatif.

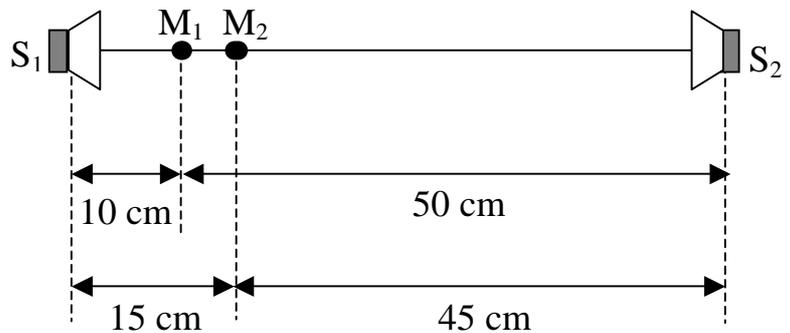
Dans le cas où la différence de marche est quelconque, l'amplitude n'est ni nulle ni maximale.

Application :

Comment savoir si les interférences sont constructives ou destructives en un point ?

Deux haut-parleurs S_1 , et S_2 placés face à face et distants de $d = 60$ cm engendrent des ondes progressives, de fréquence $f = 1,7$ kHz et de célérité $v = 340$ m.s⁻¹.

Les interférences au point M_1 situé entre S_1S_2 à 10 cm de M_1 et au point M_2 situé à 45 cm de S_2 sur ce même axe sont-elles constructives ou destructives ?

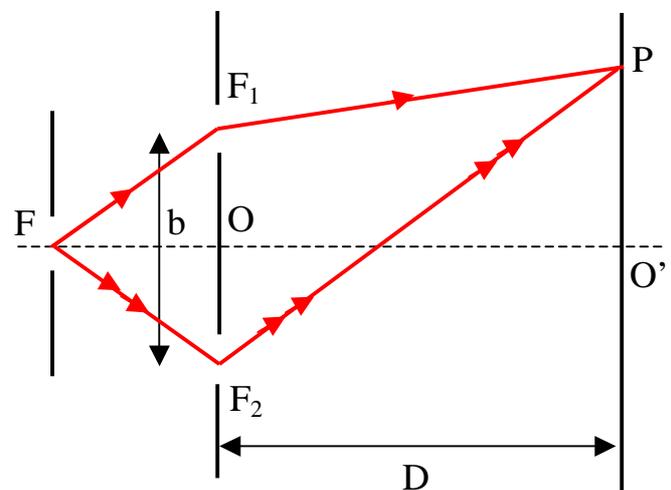


4) Interférences d'ondes lumineuses monochromatiques

Le cas des ondes lumineuses est particulier, car le mode d'émission de la lumière par une source ne permet pas de former plusieurs sources C'est pourquoi les interférences lumineuses sont créées en l'onde émise par une seule source, de sorte qu'elle prenne, créant ainsi une

Le dispositif des fentes d'Young permet d'y parvenir : un laser éclaire deux fentes parallèles F_1 et F_2 très fines, séparées d'une distance b faible (inférieure au millimètre)

Chaque fente diffracte la lumière. Un point de l'écran reçoit donc deux ondes, ayant traversé deux fentes différentes. L'écran montre donc la figure de diffraction donnée par une fente fine, avec des franges beaucoup plus fines à l'intérieur de celle-ci : ce sont des



Expérience des fentes d'Young

Les franges sont équidistantes, séparées d'une distance i appelée (i se mesure entre les milieux de 2 zones sombres consécutives). Plusieurs expériences permettent de montrer que augmente si :

- la distance D entre l'écran et les fentes,
- la longueur d'onde λ de la source utilisée,
- la distance b entre les fentes

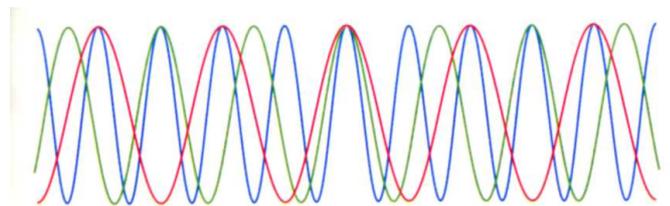
Le dispositif des fentes d'Young donne des franges d'interférences, séparées par un interfrange i avec $i = \dots\dots\dots$
avec



La mesure de l'interfrange i permet de déterminer de la lumière du laser.

5) Couleurs interférentielles

Si la source émet de la lumière blanche, seules quelques franges colorées sont observées au centre de la figure d'interférences : ce sont les couleurs



En effet, la source émet plusieurs radiations de longueurs d'onde différentes, correspondant à des figures d'interférences différentes, qui se



Les couleurs sont alors mélangées car les franges de différentes couleurs se brouillent. La figure d'interférence ne présente qu'une frange blanche (frange centrale) et quelques franges irisées de part et d'autre.

Remarque : dans une bulle de savon, la lumière emprunte plusieurs trajets différents dans la membrane transparente, ce qui explique les couleurs interférentielles.

III) L'effet Doppler :

1) Présentation

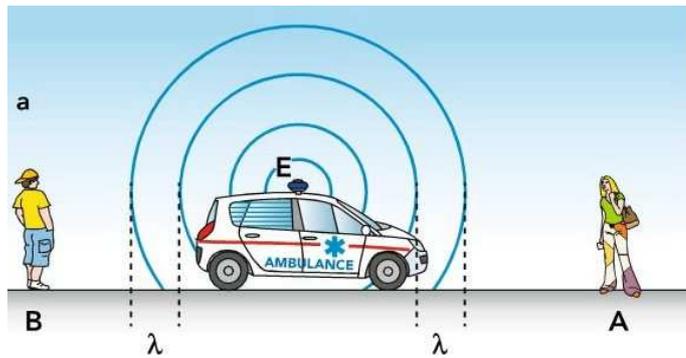
Le son d'un moteur ou d'une sirène est perçu plus quand le véhicule qui l'émet s'approche de l'observateur et plus quand il s'en éloigne : c'est l'effet Doppler.

2) Vitesse relative de l'émetteur par rapport au récepteur

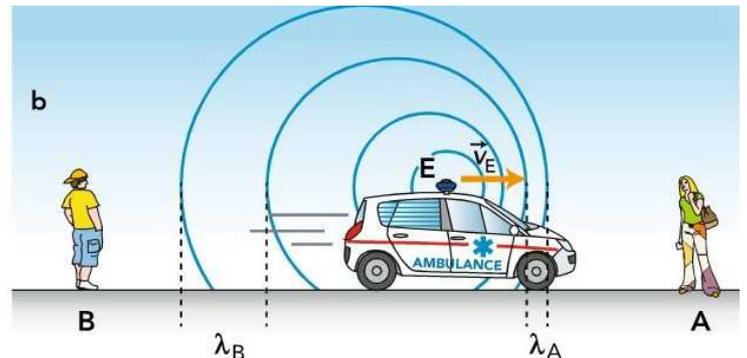
La comparaison entre la fréquence f_R de l'onde perçue par le récepteur et celle f_E émise par l'émetteur permet de déterminer la de l'émetteur par rapport au récepteur.

L'effet Doppler est donc une méthode de mesure de vitesse: c'est le principe des

Dans l'exemple choisi, l'émetteur E produit des ondes sonores de fréquence f_E qui se propagent à la vitesse v .



Si l'émetteur est immobile, les observateurs immobiles A et B perçoivent des ondes de longueur d'onde : $\lambda = v / f_E$.



Si l'émetteur se déplace à la vitesse v_E en s'approchant de A et en s'éloignant de B, ceux perçoivent des ondes de longueurs d'onde λ_A

Pourquoi lorsque l'émetteur s'approche de l'observateur le son de la sirène ou du moteur semble-t-il plus aigu ?

$\lambda = v / f \Rightarrow f = v / \lambda$. Pour A, $\lambda_A < \lambda$, $f_A > f_E$. Pour B, $\lambda_B > \lambda$, $f_B < f_E$.

La fréquence perçue est donc plus quand le véhicule s'approche de l'observateur : le son paraît plus

De la même façon, le son paraît plus lorsque le véhicule s'éloigne.

Une étude détaillée du phénomène montre que l'on peut aboutir aux relations suivantes :

Pour l'observateur A, quand l'émetteur s'approche de A

$v_E = \dots\dots\dots$

Pour l'observateur B, quand l'émetteur s'éloigne de B

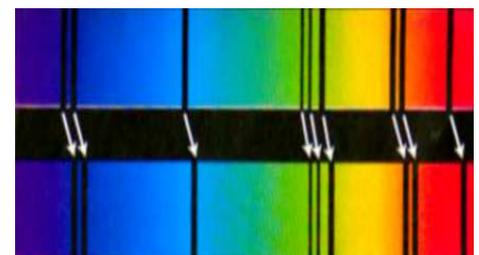
$v_E = \dots\dots\dots$

Ces relations permettent de calculer v_E à partir de la mesure de la fréquence perçue par l'observateur.

3) L'effet Doppler-Fizeau en astronomie

L'analyse du spectre de la lumière émise par un astre, permet de détecter un en fréquence lorsque l'astre se déplace par rapport à la Terre.

On constate une de la fréquence des raies d'absorption (décalage vers le) si l'astre se rapproche de la Terre et vers le en cas d'éloignement.



- 1. Spectre d'une source immobile par rapport à l'observateur
- 2. Spectre obtenu avec une source de l'observateur