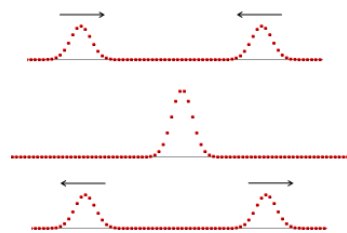


I. Superposition de deux ondes

1. Croisement de deux perturbations

Soit un point M se trouvant simultanément sur le passage de deux ondes: la perturbation résultant en ce point correspond à la «somme» des deux perturbations.

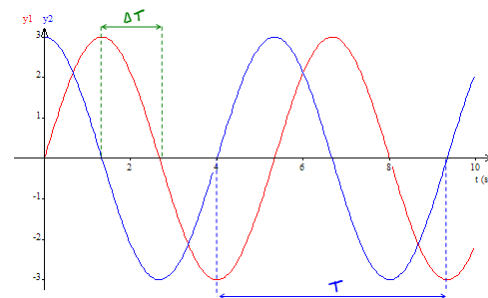


2. Sources cohérentes.

Il existe un déphasage entre deux fonctions sinusoïdales lorsqu'elles sont décalées dans le temps.

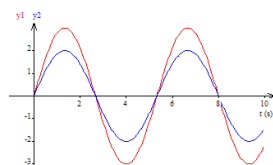
Définition:

Deux sources sont **cohérentes** si elles émettent des ondes sinusoïdales de même fréquence et si le retard de l'une par rapport à l'autre ne varie pas au cours du temps: elles gardent alors **un déphasage constant**.

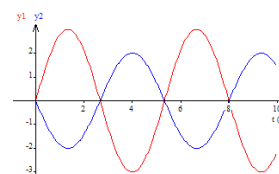


Remarque:

- Si le décalage est nul ou multiple de la période, les deux courbes sont superposées: elles sont en phase.
- Si le maximum de l'une coïncide avec le minimum de l'autre, les deux courbes sont en opposition de phase.



Courbes en phase



Courbes en opposition de phase

II. Interférences de deux ondes de même fréquence.

Soient deux ondes issues de deux sources cohérentes S_1 et S_2 qui interfèrent en un point M.

Soit $y_1(t)$ l'élongation au point M due à la source S_1 , fonctionnant seule.

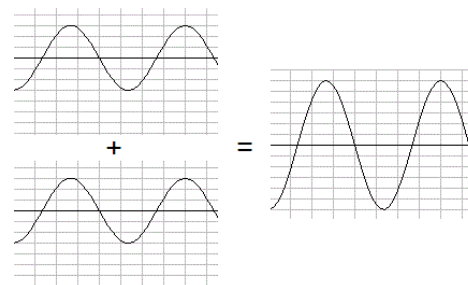
Soit $y_2(t)$ l'élongation au point M due à la source S_2 , fonctionnant seule.

Lorsque les sources fonctionnent ensemble, l'amplitude au point M s'écrit $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$

1. Interférences constructives

Lorsque les deux ondes arrivent en M **en phase**, l'amplitude de la résultante est alors maximale en M:

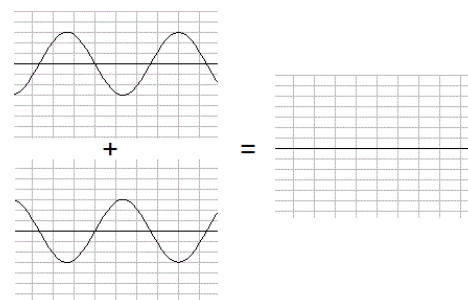
il y a interférence **constructive**.



2. Interférences destructives

Lorsque les deux ondes arrivent en M **en opposition de phase**, l'amplitude de la résultante est alors minimale en M: il y a

interférence **destructive**.



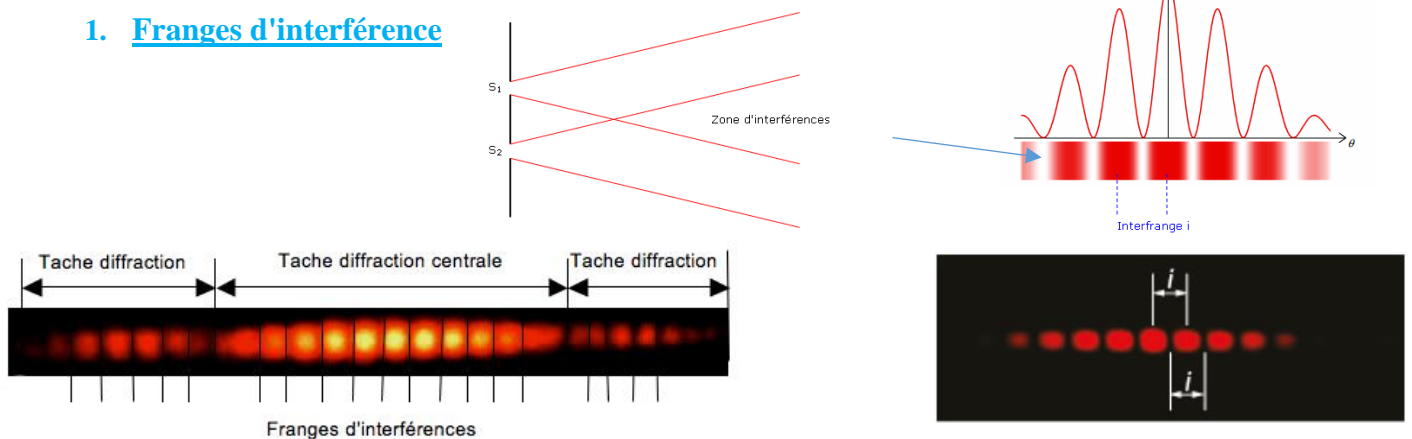
III. Interférences en lumière monochromatique (TP)

https://www.youtube.com/watch?v=Iuv6hY6zsd0&t=331s&ab_channel=Veritasium#t=4m46s

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Ondes/lumiere/interference_lumiere.php

<https://physique-chimie.ac-normandie.fr/spip.php?article203>

1. Franges d'interférence



Les phénomènes d'interférences résultent de la superposition de 2 ondes lumineuses. Ils ne peuvent se produire que lorsque les conditions suivantes sont réalisées :

- les ondes sont cohérentes (elles ont même fréquence, et donc même longueur d'onde)
- elles sont parallèles,
- elles ont même amplitude, ou presque.

Sur un écran, placé de manière orthogonale par rapport à l'axe de symétrie de deux sources cohérentes, on observe une succession de **franges** équidistantes alternativement sombres et brillantes. Ces franges sont visibles quelle que soit la distance qui sépare l'écran des sources et sont dues à la superposition des ondes provenant des deux sources.

Au milieu d'une frange brillante, les interférences sont constructives.

Au milieu d'une frange sombre les interférences sont destructives.

Définition: La distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature est appelée **interfrange (notée i)**.

2. Expression de l'interfrange.

Soit : $\delta = d_2 - d_1$, la **différence de marche** entre les 2 rayons.

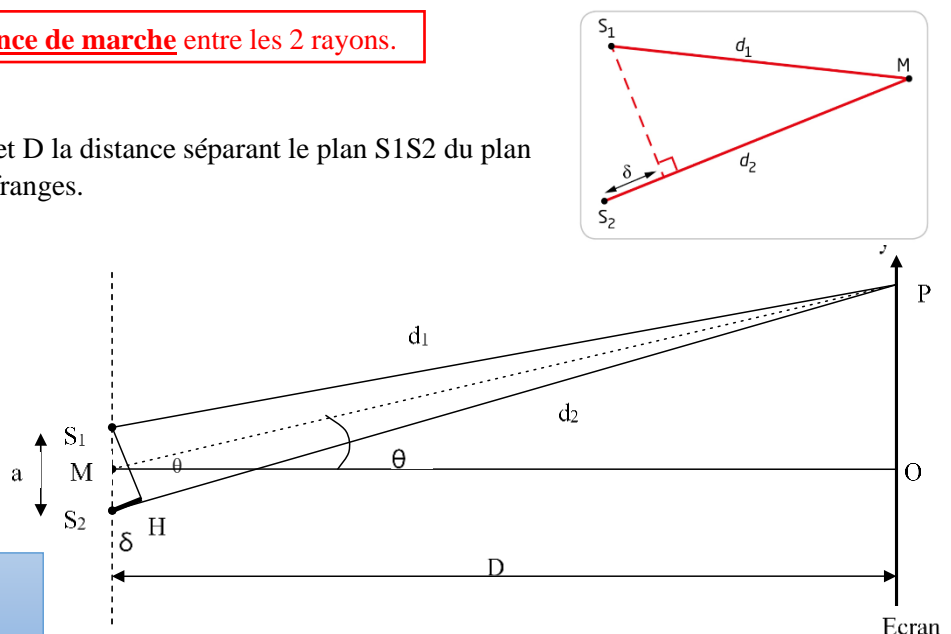
Soit a la distance séparant S_1 et S_2 , et D la distance séparant le plan S_1S_2 du plan P (écran) sur lequel on observe les franges.

- Dans le triangle S_1S_2H :
 $\sin \theta = S_2H/S_1S_2 = \delta/a$
- Dans le triangle MOP :
 $\tan \theta = OP/OM = y/D$

L'angle θ est très faible donc
 $\sin \theta \approx \tan \theta$; on en déduit

$$\delta = ay/D$$

En P , la différence de marche δ entre les 2 rayons vaut : **$\delta = a y/D$**



- **Si $\delta = k\lambda$** (sources en phases) alors $k\lambda = a.y/D$

il y a interférences constructives pour : $y = k\lambda.D/a$

Il y a une frange brillante pour : $y_0 = 0$, c'est à dire sur l'axe optique du système.

$$y_1 = \lambda.D/a$$

$$y_2 = 2\lambda.D/a$$

$$y_3 = 3\lambda.D/a$$

La distance entre 2 franges brillantes est appelée interfrange i ; $i = \lambda.D/a$

- **Si $\delta = (2k + 1)\lambda/2$** , (sources en opposition de phase) alors

$(2k + 1)\lambda/2 = a.y/D$ et il y a interférences destructives pour $y = (2k + 1)\lambda D/2a$

$$y'_0 = \lambda.D/2a$$

$$y'_1 = 3\lambda.D/2a$$

$$y'_2 = 5\lambda.D/2a$$

La distance entre 2 franges sombres est encore égale à : $i = \lambda.D/a$

De façon générale, l'interfrange i correspond à la distance séparant 2 franges brillantes ou 2 franges sombres
 $i = \lambda D/a$

Détermination d'un interfrange

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

On utilise comme source une diode laser émettant une radiation de longueur d'onde $\lambda_0 = 650 \text{ nm}$. Une plaque, percée de deux trous d'Young distants de $b = 0,20 \text{ mm}$ et de même diamètre, est placée à une distance $D = 2,0 \text{ m}$ de l'écran.

1. Quelles sont les conditions nécessaires pour observer le phénomène d'interférences ?

2. Au point O, la frange est-elle brillante ou sombre ? Justifier.

3. Par analyse dimensionnelle, choisir la bonne expression de la différence de chemin optique ΔL en un point P parmi les suivantes :

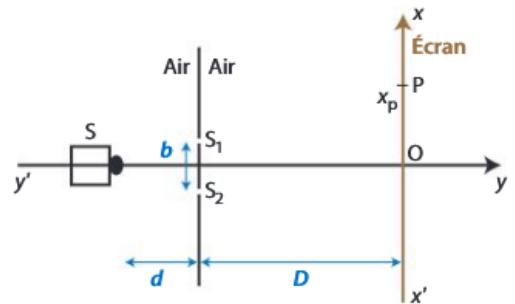
$$(1) \Delta L = \frac{x_p \times b}{D}$$

$$(2) \Delta L = x_p \times b \times D$$

$$(3) \Delta L = \frac{x_p}{b \times D}$$

4. À partir du résultat de la question 3, déterminer l'expression de l'interfrange i , puis le calculer.

5. En un point P d'abscisse 9,8 mm, observe-t-on une frange brillante ou une frange sombre ?



17 Calculer une longueur d'onde

CORRIGÉ | Effectuer des calculs.

On réalise une figure d'interférences lumineuses à l'aide de fentes d'Young séparées par une distance $b = 0,20 \text{ mm}$. La figure est obtenue sur un écran situé à une distance $D = 2,0 \text{ m}$.

Dans une telle situation, la valeur de l'interfrange est donnée par la relation :

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$

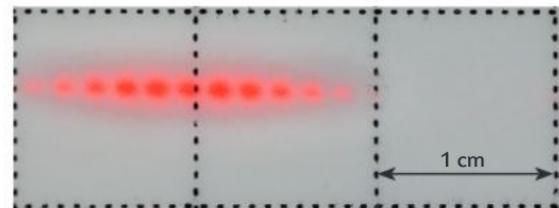
1. Donner l'expression de la longueur d'onde en fonction de l'interfrange i , de b et de D .

Utiliser le réflexe 3

2. Calculer la longueur d'onde de la lumière utilisée sachant que, dans les conditions de l'expérience, on mesure $i = 6,3 \text{ mm}$.

18 Calculer la distance séparant deux fentes

On réalise une figure d'interférences lumineuses à l'aide de fentes d'Young.



L'interfrange i a pour expression : $i = \frac{\lambda \times D}{b}$.

- Déterminer la distance b séparant les deux fentes d'Young.

Données

- Distance fentes d'Young-écran : $D = 1,4 \text{ m}$.
- Longueur d'onde : $\lambda = 650 \text{ nm}$.

24 Rayons X et structure cristalline

Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

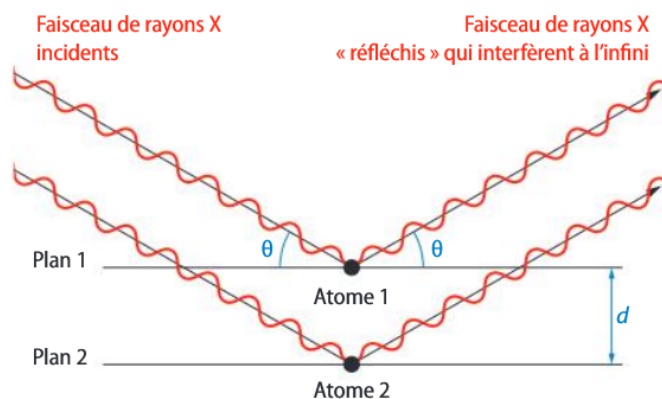
D'après Baccalauréat Antilles-Guyane, 2016

Un cristal est constitué d'entités (atomes, ions ou molécules) qui s'agencent de manière ordonnée et régulière les unes par rapport aux autres.



Les rayons X, découverts en 1895 par le physicien allemand Wilhelm RÖNTGEN (1845-1923), sont des ondes électromagnétiques utilisées notamment en cristallographie pour évaluer la distance d entre deux plans 1 et 2 voisins d'atomes dans un cristal.

Les atomes appartenant à ces plans parallèles diffractent les rayons X. Parmi les rayons diffractés, ceux qui peuvent interférer à l'infini sont ceux qui ont été déviés comme s'ils s'étaient réfléchis sur les plans contenant les atomes. On représente cette situation par le schéma simplifié suivant :



1. Écrire la condition pour que les interférences observées soient :

- a. constructives ;
- b. destructives.

2. À partir du schéma ci-dessus, préciser si on obtient des interférences constructives ou destructives lorsque les ondes « réfléchies » par les atomes 1 et 2 se superposent et interfèrent.

3. La différence de chemin optique ΔL entre deux ondes incidentes qui se réfléchissent sur deux plans successifs est donnée par la relation : $\Delta L = 2d \times \sin \theta$ où d est la distance entre deux plans d'atomes voisins et θ l'angle entre le rayon et le plan.

Pour un angle $\theta = 10,4^\circ$ et une longueur d'onde égale à 0,154 nm, déterminer la distance d dans le cristal étudié, dans le cas où l'on obtient des interférences constructives pour une différence de chemin optique minimale.

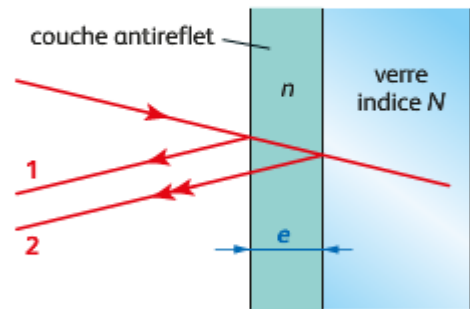
29 ** Couche antireflet

Compétences générales Effectuer un raisonnement scientifique – Effectuer un calcul

On utilise un laser de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 650$ nm pour éclairer l'intérieur d'une cuve dont les parois sont en verre d'indice $N = 1,5$. Pour éviter les réflexions du faisceau laser sur la face d'entrée du dispositif, on désire la recouvrir d'une couche antireflet.

L'objectif de cet exercice est de déterminer l'indice et l'épaisseur de la couche transparente à appliquer sur le verre pour annuler la réflexion de la lumière du laser en incidence normale (rayon incident normal à la surface).

Pour plus de lisibilité, les rayons ont été représentés légèrement inclinés par rapport à la normale sur la figure ci-dessous.



- a. Pour supprimer le reflet, les interférences des rayons 1 et 2 doivent-elles être constructives ou destructives ?
- b. À quelle condition l'amplitude de l'onde résultante est-elle nulle ?
- c. On admet que cette condition est réalisée lorsque $n = \sqrt{N}$. Calculer l'indice n de la couche antireflet.
- d. Montrer que la différence de marche entre les deux rayons en incidence normale est $\delta = 2ne$.
- e. Pour le laser utilisé, calculer la plus petite valeur de e de cette couche antireflet.

(Pour le d, il faut faire le raisonnement à partir du temps et non de la distance parcouru par la lumière.)