

LES INTERFERENCES LUMINEUSES

Exercice 1 :

On réalise une expérience d'interférences lumineuses avec le dispositif des fentes de Young. La lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ émanant d'une fente F tombe sur un écran E percé de deux fentes étroites F_1 et F_2 parallèles à F et équidistantes de F et séparées par une distance de $0,5\text{mm}$

- 1- Faire un schéma du dispositif
- 2- Qu'observe-t-on sur un écran E' parallèle à E et placé à une distance de celui-ci de 1m ?
- 3- Etablir la relation qui donne la différence de marche des vibrations lumineuses issues de F et arrivant à un point M de l'écran.
- 4- Quelle est la distance qui sépare les centres de deux franges obscures consécutives ? comment appelle-t-on cette distance ?
- 5- Calcule la distance qui sépare le milieu de la 3^{ème} frange brillante du milieu de la 15^{ème} frange brillante. Calculer la distance qui sépare le milieu de la frange centrale du milieu de la 11^{ème} frange obscure.

Exercice 2

A l'aide d'un dispositif interférentiel, on crée deux sources lumineuses S_1 et S_2 synchrones et cohérentes distantes de a. quand le dispositif est éclairé par une source de lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda=0,6\mu\text{m}$, on observe des franges d'interférence sur l'écran E placé à $D=2,5\text{m}$ de S_1 et S_2

1. Etablir l'expression de la différence de marche au point M de l'écran
2. Déterminer la distance entre les deux sources pour que la distance entre les milieux de la 6e et 9e frange brillante située de part et d'autre de la frange centrale numérotée 0 soit égale à 1,5cm
3. Déterminer la nature de la frange en un point P de E distant de 2,5mm de la frange centrale

Exercice 3

Deux fentes F_1 et F_2 sont éclairées par une fente source en lumière monochromatique rouge de longueur d'onde $\lambda=0,64\mu\text{m}$ et se comportent comme deux sources synchrones et en phase. La figure d'interférence est observée sur un écran. On considère un point M sur un écran situé à la distance d_1 de F_1 et d_2 de F_2

1. Les vibrations lumineuses issues des fentes F_1 et F_2 sont –elles en phase (Justifier les réponses)
2. La vibration lumineuse émise par la fente F_1 arrive en M avec un certain retard .Exprimer ce retard en fonction de d_1 et de la vitesse c de la lumière dans l'air
3. Même question pour la vibration lumineuse issue de la fente F_2

4. En déduire à quelles conditions le point M sera sur frange brillante ; sur une frange sombre

5. Que peut-on dire des points M suivants :

-M est tel que $d_2 - d_1 = 0$

-M est tel que $d_2 - d_1 = 3,20\mu m$

-M est tel que $d_2 - d_1 = 2,24\mu m$

Exercice 4 :

La lumière serait de nature contradictoire. Si une théorie permet d'expliquer de nombreux phénomènes, elle peut s'avérer insuffisante pour en comprendre d'autres. Le but de cet exercice est de montrer que, selon l'expérience réalisée, un des aspects du comportement de la lumière. A cet effet on réalise le dispositif ci-après :

1. Dispositif expérimental.

(S) est une source de lumière qui éclaire deux fentes fines, verticales distantes de $a = 1,5 \text{ mm}$. La source (S) est équidistante des deux fentes. (E) est un écran opaque vertical placé à une distance $D = 2 \text{ m}$ du plan des fentes.

a) Quel phénomène se produit à la sortie de chaque fente ? Quel aspect de la lumière permet-il de mettre en évidence ?

b) Justifier l'utilisation d'une source unique pour éclairer les deux fentes.

c) Reproduire le schéma et représenter la marche des faisceaux lumineux issus des fentes F_1 et F_2 . Hachurer le champ où l'on peut observer le phénomène d'interférence.

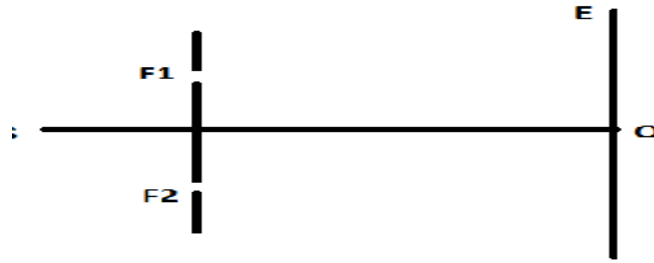
2. La source (S) émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

a) Qu'observe-t-on sur l'écran ? Préciser la direction des franges et la nature de la frange centrale qui se forme en O.

b) Pour déterminer la longueur d'onde λ , on compte 5 franges brillantes de part et d'autres de la frange centrale occupant ensemble une largeur $l = 8 \text{ mm}$. En déduire la valeur de λ .

3. La source précédente (S) est remplacée par une source (S') qui émet simultanément deux radiations monochromatiques de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,60 \mu m$, et $\lambda_2 = 0,54 \mu m$. Il se produit une superposition des systèmes de franges formées par les deux radiations.

A quelle distance x du point O se produit la première coïncidence de franges brillantes ?



Un pinceau de lumière monochromatique émis par un laser hélium-néon éclaire deux fentes parallèles séparées par une distance $a = 5\text{mm}$. Un écran est placé perpendiculairement au pinceau lumineux à une distance $D = 2\text{m}$ du plan des fentes. Dessiner le dispositif expérimental.

1. Interpréter la formation des franges brillantes et obscures.
2. Définir et calculer la différence de marche aux 2 fentes d'un point M de l'écran, pour en déduire la position des franges brillantes et obscures
3. Préciser la nature de la frange centrale appartenant au plan médiateur des 2 fentes.
4. Définir et calculer l'interfrange. Quelle est l'influence des différents paramètres sur l'interfrange ? Comment doit-on modifier la distance entre les 2 fentes pour obtenir des franges plus espacées ?
5. Calculer la longueur d'onde et la fréquence de la lumière émise par le laser, sachant que 6 franges sont espacées de $12,7\text{mm}$.
6. Est-ce que la longueur d'onde ou la fréquence change (ou aucune des deux), si le rayon lumineux se propage dans le verre ? Calculer les nouvelles valeurs. (On sait que dans le verre la célérité de la lumière vaut 200000km/s).

Exercice 5 :

Une source S de lumière monochromatique, de longueur d'onde λ éclaire deux fentes fines S_1 et S_2 parallèles et distantes l'une de l'autre de 1mm . La source S est disposée sur la médiatrice du segment $[S_1S_2]$ et à la distance $d = 40\text{cm}$ du plan E des fentes S_1 et S_2 . Un écran E' est placé à la distance $D = 2\text{m}$ de E . soit I le milieu de $[S_1S_2]$ et O le projeté de I sur E' .

- 1- qu'observe-t-on sur l'écran E' ?
- 2- La distance qui sépare le milieu de la frange brillante centrale et le milieu de la 8^{ème} frange brillante est $l = 9,6\text{mm}$. En déduis la longueur d'onde λ de la radiation utilisée.
- 3- On déplace la source S parallèlement à S_1 et S_2 vers le haut du côté de S_1 d'une distance de 2mm

De combien et dans quel sens se déplace la frange centrale ?

- a) On intercale une lame à face parallèle d'empesur 1 cm et d'indice de réfraction $0,5$ devant la fente S_2 . De combien et dans quel sens se déplace la frange centrale ?

Exercice 6 : Nombre et longueurs d'ondes des cannelures noires

Une source **S** éclaire deux fentes **S₁** et **S₂** parallèles et distantes l'une de l'autre de **2mm**. La source **S** se trouve sur la perpendiculaire au plan des fentes, à égale distance de chacune d'elles. Un écran **E** est placé à la distance **D=3m** du plan des fentes.

- 1) La source **S** émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .
 - a- Décris le phénomène observé.
 - b- Etablis l'expression de la différence de marche d'un point **M** situé à la distance **OM = x** de la frange centrale.
- 2) Des franges d'interférences apparaissent sur l'écran et l'on compte **5** franges brillantes de part et d'autre de la frange centrale **O**, occupant dans leur ensemble une longueur de **9mm**. En déduis la longueur d'onde λ .
- 3) On éclaire maintenant les fentes avec une source de lumière blanche.
 - a- Qu'observe-t-on sur l'écran ?
 - b- On place la fente d'un spectroscope à **5mm** de la frange centrale. Donne le nombre et les longueurs d'ondes des cannelures noires.

Exercice 7 : Source lumineuse contenant deux radiations

On utilise le dispositif des fentes de Young pour produire des interférences lumineuses non localisées. Une fente **F** éclaire deux fentes **F₁** et **F₂** parallèles et distantes de **2mm**. La fente **F** est placée sur la médiatrice du segment **F₁F₂**. On observe les franges sur un écran placé parallèlement au plan des fentes et situé à une distance **D=2m** du milieu de **F₁F₂**.

- 1) On éclaire le dispositif avec une radiation monochromatique.
 - a- Décris le phénomène observé.
 - b- La distance entre le milieu de la frange centrale et le milieu de la huitième frange sombre est **d=3,3mm**. En déduis la valeur de la longueur d'onde λ .
- 2) On éclaire maintenant le dispositif avec une source de lumière contenant deux radiations de longueurs d'onde $\lambda_1=0,45\mu\text{m}$ et $\lambda_2=0,60\mu\text{m}$. Calcule les interfranges **i₁** et **i₂** des deux systèmes de franges. A quelle distance de la frange centrale les deux franges brillantes correspondant aux deux radiations coïncident pour la première fois ?

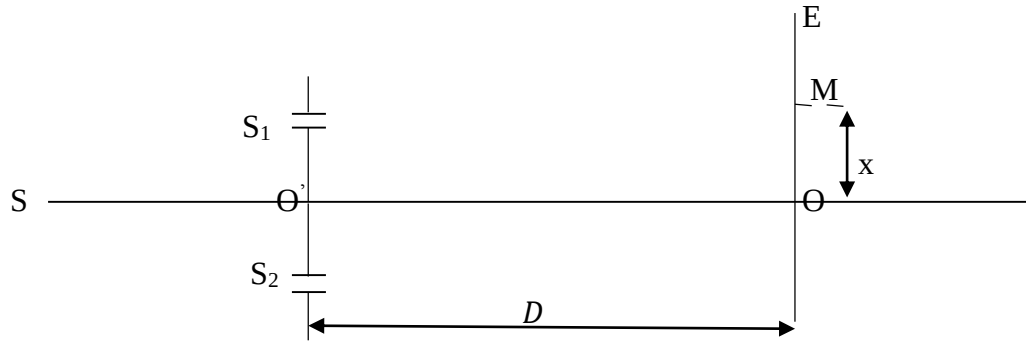
Exercice 8 : Longueur d'onde et fréquence de radiation monochromatique

Une source ponctuelle monochromatique **S** éclaire dans l'air deux fentes **S₁** et **S₂** parallèles, distantes l'une de l'autre de **a = 3mm**. La source **S** est sur la perpendiculaire au plan des fentes et à égale distance de **S₁** et **S₂**. On observe des interférences sur un écran **E** parallèle au plan **S₁S₂** et situé à la distance **D = 2m** de ce plan. La longueur d'onde de **10** interfranges est de **4,1mm**.

- 1) Détermine la longueur d'onde de la lumière émise par **S**.
- 2) Quelle est la fréquence de la vibration lumineuse ?
On donne **C=3.10⁸m.s⁻¹**.

Exercice 9 : Quatrième frange brillante et quatrième frange obscure en partant de la frange centrale – Interférence en lumière blanche

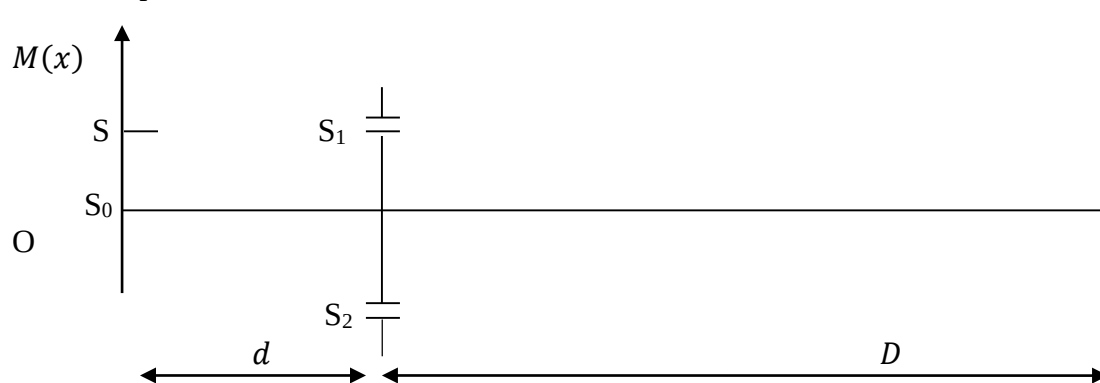
On utilise le dispositif des fentes de Young. Les deux trous **S₁** et **S₂** distants de **0,4mm**, sont éclairés par une source ponctuelle monochromatique **S** de longueur d'onde $\lambda=0,50\mu\text{m}$. La source **S** est équidistante de **S₁** et **S₂**. L'écran d'observation **E** est disposé perpendiculairement à la droite **SO** passant par le milieu **O'** du segment **S₁S₂**. Sa distance au plan des trous est **D = 1m**.



- 1) La quatrième frange brillante en partant de la frange centrale numérotée zéro, passe par un point M de l'écran. Détermine la distance $OM = x$.
- 2) On remplace la source S de longueur d'onde λ par une autre source monochromatique de longueur d'onde λ' . La quatrième frange obscure en partant de la frange centrale passe par le point M d'abscisse x. calcule λ' .
- 3) La source S est maintenant une source de lumière blanche. Quelle sont les longueurs d'ondes des radiations qui présentent au point M une frange obscure ?
Les longueurs d'ondes des radiations qui composent la lumière blanche sont comprises entre $0,4\mu\text{m}$ et $0,75\mu\text{m}$.

Exercice 10 :

Une source ponctuelle monochromatique S éclaire dans l'air deux fentes S_1 et S_2 parallèles, distantes l'une de l'autre de $a = 3\text{mm}$. La source S est S_0 sur la perpendiculaire au plan S_1 et S_2 . Sa distance au plan de S_1 et S_2 est $d = 0,5\text{m}$. Un écran E parallèle au plan S_1 et S_2 est situé à $D = 2\text{m}$ de ce plan.



- 1- Décris le phénomène observé sur l'écran.
- 2- On mesure la largeur de N interférences consécutifs sur E et on trouve $l = 4\text{mm}$.
 - a- Etablis la relation existant entre les grandeurs a, D, N, l et λ . Calcule la longueur d'onde λ pour $N = 10$.
 - b- Quelle la fréquence des vibrations lumineuses ? On rappelle que $C = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ célérité de la lumière dans le vide.
 - c- Calcule la distance entre la 5^{ème} frange brillante en haut de la frange centrale et la 5^{ème} frange sombre en bas de la frange centrale.

Exercice 11 : Expérience des fentes de Young avec un rayon laser

On réalise l'expérience des fentes de Young avec un rayon laser. On observe les interférences sur un écran E parallèle au plan S_1S_2 et situé à la distance $D = 2\text{m}$ de ce plan. Le laser émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,589\mu\text{m}$.

- 1) On mesure la longueur de 10 interfranges consécutifs, on trouve $d = 2,11\text{mm}$. En déduis l'écartement a des fentes S_1 et S_2 .
- 2) On remplace ensuite le laser par une source S qui émet simultanément deux radiations monochromatiques de longueurs d'onde $\lambda_1 = 0,61\mu\text{m}$ et λ_2 inconnue. Les franges centrales des deux systèmes coïncident. Une nouvelle coïncidence entre les deux systèmes de franges se produit pour la onzième frange brillante correspondant à la longueur d'onde λ_1 et la dixième frange brillante correspondant à la longueur d'onde λ_2 . Calcule λ_2 .