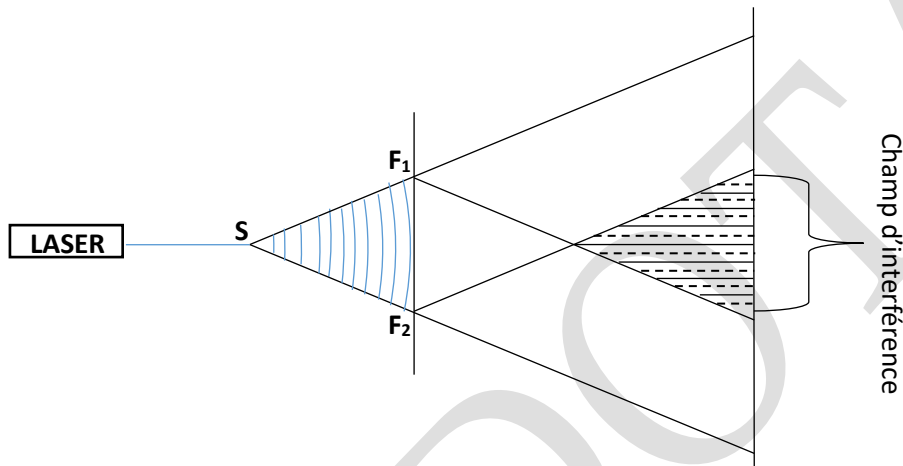


INTERFERENCES LUMINEUSES:

Nous ne pouvons pas parler de l'interférence lumineuse sans parler de la lumière et du dispositif qui a permis de les mettre en évidence il s'agit bien du dispositif de Young.

- **La lumière:** est une radiation polychromatique visible elle est composée de sept couleur de l'arc en ciel.

A. Le dispositif de Young:



- **Description:**

Le dispositif de Young est constitué d'une source de lumière monochromatique(Laser), d'un trou S, d'un obstacle percé de deux fentes F_1 et F_2 constituant ainsi deux sources secondaires cohérentes et un écran E distant de D par rapport à F_1F_2 , la distance entre F_1 et F_2 a

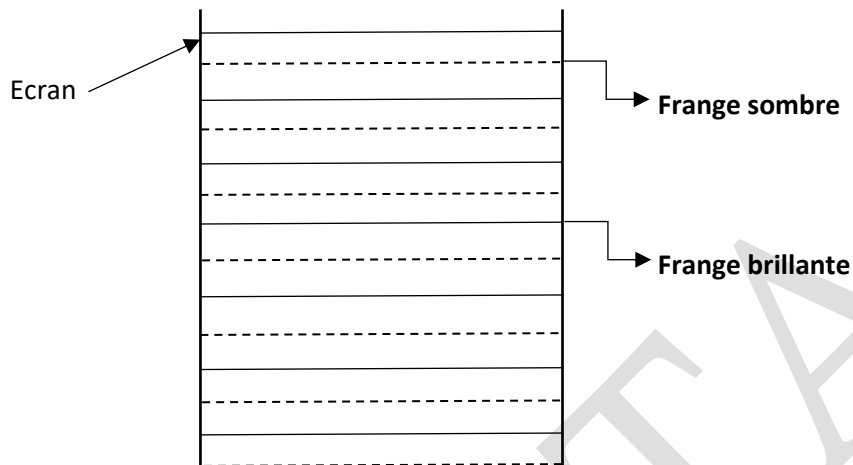
Remarque: $D \gg a$

- **Interprétation et Observation:**

Lorsque le laser éclaire le trou S par une lumière monochromatique, au-delà de S la lumière émise par le laser est diffracté pour éclairer F_1 et F_2 la lumière issue de de ces sources vont aussi être diffracté pour se superposer dans une zone sur l'écran (champ d'interférence) dans laquelle on observe des lignes équidistantes parallèles alternativement brillantes et sombres.

- **Aspect de l'écran:**

Sur l'écran nous observons des franges d'interférences(lignes) équidistantes alternativement brillantes et sombres départ et d'autre de la frange centrale



Remarque:

Entre deux franges brillantes s'intercale une frange obscure(sombre)

B. **Interfrange:** est la distance entre frange consécutive de même nature.

elle est donnée par la relation $i = \frac{\lambda D}{a}$ en (m)

- D : La distance entre $F_1 F_2$ et l'écran
- λ : La longueur d'onde
- a : La distance entre F_1 et F_2

Application 01: détermination de l'interfrange

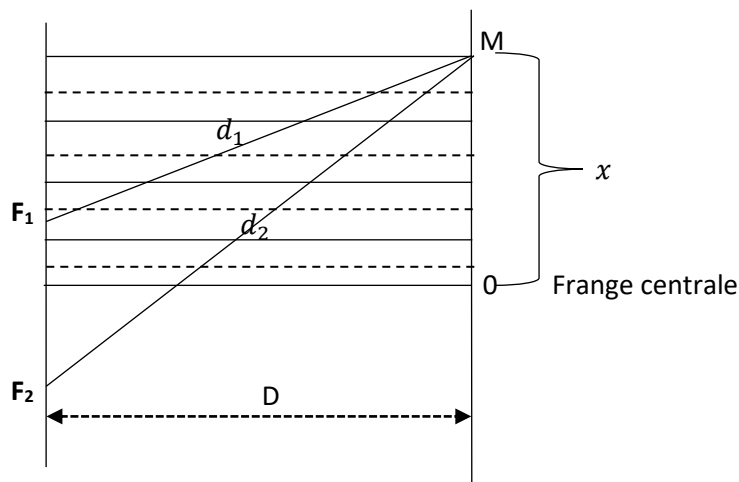
T₁: dans le dispositif de Young, la distance entre les sources F_1 et F_2 est $a = 2,2 \text{ mm}$, la distance entre le plan des fentes et l'écran est $D = 1,5 \text{ m}$ et la longueur d'onde de la radiation monochromatique est $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$.

- Calculer i
- Déterminer la valeur de i pour chaque de $\lambda \in \{0,4 \mu\text{m} ; 0,6 \mu\text{m} \text{ et } 0,8 \mu\text{m}\}$

Sachant que: $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

C. La Différence de Marche:

Soit M un point d'interférence sur écran



x : Est la distance ou la position entre un point quelconque et la frange centrale (0)

La différence de marche est la différence entre les distance d_1 de F_1 et d_2 de F_2

$$\begin{cases} \delta = d_2 - d_1 \\ \delta = \frac{ax}{D} \end{cases}$$

Application 02: calcul de δ

T_2 : deux radiations lumineuses issues des sources F_1 et F_2 interfèrent à des points $M_1(d_1 = 0,20 \mu m \text{ et } d_2 = 3,4 \mu m)$; $M_2(d_1 = 0,24 \mu m \text{ et } d_2 = 2,48 \mu m)$ et

$M_3(d_1 = 3 \mu m \text{ et } d_2 = 3,8 \mu m)$.

Calculer la différence de marche de ses points.

T_3 : Une source S de lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,4 \mu m$

On donne: $a = 0,5 mm$; $D = 4 m$

La perpendiculaire en S et au plan des fentes coupe l'écran en un point O .

Un point M sur l'écran est repéré par l'abscisse $x = OM$.

- Calculer l'interfrange i
- Calculer la différence de marche δ pour $x \in \{4 mm, 4,2 mm \text{ et } 1 mm\}$

D. Interfranges Constructives et Destructives:

a. **Interfrange Constructive:** correspond à l'arriver en phase de deux ou plusieurs radiations un en point sur l'écran, dans ce cas on observe des franges brillantes.

b. **Franges Brillantes ou Lumineuses:**

Résulte de la superposition de deux ou plusieurs radiations en un point sur l'écran.

Condition:

Un point M appartient une frange brillante ssi $d_2 - d_1 = k\lambda$ avec $k \in \mathbb{Z}$

Consigne:

Pour connaître la nature d'une frange brillante on calcule la différence $d_2 - d_1$ puis on compare à λ si $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = k$ si $k \in \{0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; \dots\}$ alors il s'agit des franges brillantes.

Exemple:

Soit $M(d_1 = 0,4 \mu m \text{ et } d_2 = 0,8 \mu m)$ un point interférence sur l'écran.

On donne $\lambda = 0,4 \mu m$

Calculons $d_2 - d_1$

Posons $d_2 - d_1 = 0,8 - 0,4 = 0,4$ alors $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{0,4}{0,4} = 1$ donc $k = 1$ ainsi M est sur une frange brillante

E. Interfranges Destructives: correspond à l'arriver en opposition de phase de deux ou plusieurs radiations en un point sur écran, dans ce cas ce point est sur une frange sombre.

a. Franges sombres ou obscure:

Résulte de la superposition de deux ou plusieurs radiations en opposition de phase un point sur écran.

Condition:

Un point M appartient une frange brillante ssi $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda$ avec $k \in \mathbb{Z}$

Consigne:

Pour connaître la nature d'une frange sombre on calcule la différence $d_2 - d_1$ puis on compare à λ si $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = k$ si $k \in \{0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 6,5; \dots\}$ alors il s'agit des franges sombres.

Exemple:

Soit M($d_1 = 0,2 \mu m$ et $d_2 = 0,6 \mu m$) un point interférence sur l'écran.

On donne $\lambda = 0,8 \mu m$

Calculons $d_2 - d_1$

Posons $d_2 - d_1 = 0,6 - 0,2 = 0,4$ alors $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{0,4}{0,8} = \frac{1}{2} = 0,5$ on obtient ainsi $k = 0,5$ donc M est sur une frange sombre.

Application 03: Pour savoir si un point est sur une frange brillante ou sombre

$$T_1: M_1 \begin{cases} d_1 = 0,3 \mu m \\ d_2 = 0,9 \mu m \end{cases}; M_2 \begin{cases} d_1 = 0,2 \mu m \\ d_2 = 0,2 \mu m \end{cases}; M_3 \begin{cases} d_1 = 0,1 \mu m \\ d_2 = 0,4 \mu m \end{cases}$$

On donne: $\lambda = 0,6 \mu m$; $D = 2 m$; $a = 0,5 mm$

- a. Que peut-on dire de la nature des points suivants, et dire quels sont les points qui sont sur une même frange.

F. La Position des Franges:

La position des franges sont données par la relation $\begin{cases} \delta = d_2 - d_1 \\ \delta = \frac{ax}{D} \end{cases}$ tirons x on obtient: $x =$

$\frac{(d_2 - d_1)D}{a}$ en remplaçant $d_2 - d_1$ par $k\lambda$ ou par $\left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda$ on obtient ainsi la position de tous les points situés les franges brillantes ou sombres

- **Pour les Franges Brillantes:** $d_2 - d_1 = k\lambda$

Remplaçons $d_2 - d_1$ par sa valeur dans x obtient alors $x = k \frac{\lambda D}{a}$ or $i = \frac{\lambda D}{a}$ donc $x = ki$ est la position de tous les points situés sur les franges brillantes par rapport à l'origine. (La frange centrale)

- **Pour les Franges Sombres:** $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda$

Remplaçons $d_2 - d_1$ par sa valeur dans x obtient alors $x = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$ or $i = \frac{\lambda D}{a}$ donc $x = \left(k + \frac{1}{2}\right) i$ est la position de tous les points situés sur les franges sombres par rapport à l'origine. (La frange centrale)

Application 03: Pour savoir si un point est sur une frange brillante ou sombre

$$T_1: M_1 \begin{cases} d_1 = 0,3 \mu m \\ d_2 = 0,9 \mu m \end{cases}; M_2 \begin{cases} d_1 = 0,2 \mu m \\ d_2 = 0,2 \mu m \end{cases}; M_3 \begin{cases} d_1 = 0,1 \mu m \\ d_2 = 0,4 \mu m \end{cases}$$

On donne: $\lambda = 0,6 \mu m$; $D = 2 m$; $a = 0,5 mm$

- Calculer i
- Calcule la différence de marche des points ci-dessus.
- Que peut-on dire de la nature des points suivants, et dire quels sont les points qui sont sur une même frange.
- Déterminer la position des points sur les franges brillantes.

G. Ordre d'Interférence:

$$p = \frac{\delta}{\lambda}$$

Franges Brillantes:

$$\delta = d_2 - d_1 = k\lambda \text{ alors } p = k$$

Conséquences:

La frange centrale à pour ordre $k = 0$

- Si $k = 0$ alors $x = 0$ (Frange centrale brillante)
- Si $k = 1$ alors $x = i$ (Première frange brillante) à pour ordre $k = 1$
- Si $k = 2$ alors $x = 2i$ (Deuxième frange brillante) à pour ordre $k = 2$
- Si $k = 3$ alors $x = 3i$ (Troisième frange brillante) à pour ordre $k = 3$
- Si $k = 4$ alors $x = 4i$ (Quatrième frange brillante) à pour ordre $k = 4$

Remarque: soit n le nombre de frange brillante

si on vous demande calculer la position de la n -ième frange brillante alors $x = ni$

Exemples:

Calculons la position de la 7^{ème}; 2^{ème} et 3^{ème} frange brillante.

$$7^{\text{ème}}: n = 7 \text{ implique que } n = 7 \text{ alors } x = 7i$$

$$2^{\text{ème}}: n = 2 \text{ implique que } n = 2 \text{ alors } x = 2i$$

$$3^{\text{ème}}: n = 3 \text{ implique que } n = 3 \text{ alors } x = 3i$$

Franges Sombres:

$$\delta = d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda \text{ alors } p = \left(k + \frac{1}{2}\right)$$

Conséquences:

Soit m le nombre de frange sombre, les positions des points situés sur les franges sombres sont tels: l'ordre $k = m - 1$ remplaçons k par sa valeur dans $x = \left(k + \frac{1}{2}\right) i$ alors $x = (m - 1 + 0,5)i \Rightarrow x = (m - 0,5)i$ donne la position de tous les points sur les franges sombres

- La position de la 1^{ère} frange sombre ($m = 1$) est $x = (1 - 0,5)i \Rightarrow x = 0,5i$ donc la première frange sombre à pour ordre $k = 0,5$

H. La Méthode de Calcul de la Largeur ou la Distance des franges:

○ Par rapport à la frange centrale:

Soit n le nombre de frange brillante

- La distance qui sépare la n ème frange brillante de la frange centrale est donnée $l = ni$

Exemples:

la distance qui sépare la 3^{ème} frange brillante ($n = 3$) de la frange centrale: $l = 3i$

la distance qui sépare la 2^{ème} frange brillante ($n = 2$) de la frange centrale: $l = 2i$

la distance qui sépare la 7^{ème} frange brillante ($n = 7$) de la frange centrale: $l = 7i$

Soit m le nombre de frange Sombre

La distance qui sépare m -ième frange sombre de la frange centrale est donnée $l = (m - 0,5)i$

Exemples:

la distance qui sépare la 3^{ème} frange sombre ($m = 3$) de la frange centrale: $l = (3 - 0,5)i \Rightarrow l = 2,5i$

la distance qui sépare la 2^{ème} frange sombre ($m = 2$) de la frange centrale: $l = 1,5i$

la distance qui sépare la 7^{ème} frange sombre ($m = 7$) de la frange centrale: $l = 6,5i$

1. Compter du même côté de la frange centrale:

La distance qui sépare la n ème frange brillante et m -ième de la frange sombre compté du même côté de la frange centrale est:

$$l = ||ni - (m - 0,5)i||$$

Exemple:

la distance qui sépare la 7^{ème} frange brillante ($n = 7$) et la 3^{ème} frange sombre ($m = 3$) du même côté de la frange centrale.

$$l = ||7i - (3 - 0,5)i|| \Rightarrow l = ||7i - 2,5i|| \Rightarrow l = 4,5i$$

2. Départ et d'autre de la frange centrale:

La distance qui sépare la n ème frange brillante et m -ième de la frange sombre départ et d'autre de la frange centrale est:

$$l = ||ni + (m - 0,5)i||$$

Exemple:

la distance qui sépare la 7^{ème} frange brillante($n = 7$) et la 3^{ème} frange sombre($m = 3$) départ et d'autre de la frange centrale.

$$l = ||7i + (3 - 0,5)|| \Rightarrow l = ||7i + 2,5|| \Rightarrow \boxed{l = 9,5i}$$

Remarque:

la distance qui sépare la n ème frange brillante consécutive départ et d'autre de la frange centrale est $l = 2ni$. Et la distance qui sépare la m -ième frange sombre consécutive départ et d'autre de la frange centrale est:

$$l = 2(m - 0,5)i$$

NB: on calcule la distance des franges soit par rapport à la frange centrale ou par rapport à la première frange d'ordre $k = 1$

Condition:

Si c'est par rapport à la première d'ordre $k = 1$.

Alors la distance de la n ème frange brillante est $l = (n - 1)i$ et la distance de la m -ième frange sombre est $l = (p - 1,5)i$

Application 001:

Dans le dispositif de fentes d'Young, la distance entre les sources est $a = 2,2$ mm, la distance entre le plan des fentes et l'écran d'observation est $D = 1,5$ m et la longueur d'onde de la radiation monochromatique est $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$. Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m/s}$.

1. Calculer

- a. L'interfrange
- b. La distance séparant première de la frange centrale.
- c. La distance séparant la sixième frange brillante de la frange centrale.
- d. La distance séparant la sixième frange brillante.
- e. La distance séparant la septième frange sombre de la frange centrale.
- f. La distance séparant la 8^{ème} frange sombre
- g. La distance séparant la première frange brillante et la cinquième frange sombre comptée du même côté de la frange centrale.
- h. La distance séparant la première frange brillante et la cinquième frange sombre comptée départ et d'autre de la frange centrale.
- i. La distance séparant la première frange brillante et la cinquième frange sombre comptée du même côté de la frange centrale.
- j. La distance séparant la 9^{ème} frange brillante consécutive de la frange centrale.
- k. La distance séparant la 9^{ème} frange brillante consécutive
- l. La distance séparant la 9^{ème} frange brillante consécutive départ et d'autre de la frange centre.
- m. La distance entre les franges brillantes d'ordres 1 et 11.
- n. La distance entre les centres des franges brillantes d'ordres 1 et 11
- o. La distance séparant les centres de première et la sixième frange brillante.

- p. La distance séparant les centres de la première frange brillante et la cinquième frange sombre comptée du même côté de la frange centrale.
- q. La distance séparant 10 interfranges.
- r. La distance séparant 12 interfranges.
- s. La différence de marche optique en un point A de l'écran à 15 mm de la frange centrale. En déduire la nature de la frange en A

Application 002:

Dans un dispositif interférentiel, les sources ponctuelles S1 et S2 sont distantes d'une longueur $a = 0,28\text{mm}$. La figure d'interférence est obtenue sur un écran (E) perpendiculaire au plan de la figure et parallèle à S1S2 et situé à une distance $D = 200\text{ cm}$ des sources.

1. La distance entre les franges brillantes d'ordres 1 et 11 est $l = 5,5\text{ cm}$
 - a. Calculer l'interfrange.
 - b. Déduire la longueur d'onde de la radiation
2. La distance séparant la 5^{ème} franges brillantes consécutives départ et d'autre de la frange centrale est $l = 5,6\text{ cm}$
 - a. Calculer λ
 - b. En déduire i

TANDOTA