

Activité 3 p : 64**INTERFERENCES LUMINEUSES****SUJET****1) Dispositif expérimental :**

Les fentes d'Young sont constituées de 2 fentes étroites et parallèles.

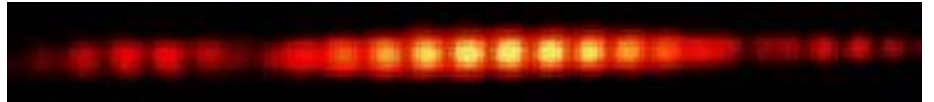
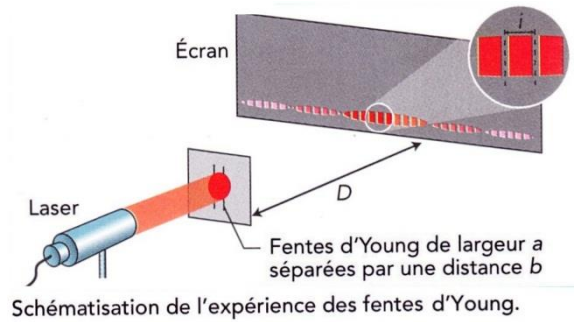
On place l'écran à une distance D maintenue fixe au moins 1,50 m.

On appelle « interfrange », notée « i », la distance séparant le milieu de 2 franges brillantes consécutives (ou bien de 2 franges sombres consécutives).

On utilise des fentes d'Young pour lesquelles les valeurs de b sont 0,2000 mm, 0,300 mm et 0,500 mm avec une précision de 1 μm .

Les fentes d'Young se comportent comme 2 sources lumineuses qui se superposent sur l'écran.

L'écran est placé à une distance $D = 4,00$ m.

**Question 1 :**

Décrire la figure obtenue sur l'écran.

Rép : On observe des franges d'interférences

alternativement sombres et brillantes sur l'écran. Ces franges sont parallèles entre elles et parallèles aux 2 fentes d'Young.

Valeurs expérimentales obtenues : voir le tableau ci-contre.

b (m)	i (m)
$2,00 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
$3,00 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$
$5,00 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$

2) Exploitation :

Question 2 a : En traçant un graphe, montrer que i est inversement proportionnel à

Réponse partielle : Dans un tableur, rentrer les valeurs de b (m), i (m) . Compléter avec une colonne $1/b$ (m^{-1}). Tracer la courbe donnant les variations de i en fonction de $1/b$. Modéliser la courbe obtenue.

Question 2 b : L'interfrange i est donnée par l'une des expressions suivantes :

Retrouver la bonne expression parmi celles proposées. Justifier.

$$i = D + \frac{\lambda}{b}; \quad i = \frac{\lambda^2 \cdot D}{b^2}; \quad i = \frac{\lambda \cdot D}{b}; \quad i = \frac{\lambda^2 \cdot D}{b}$$

Question 3 : Si on remplace les 2 fentes d'Young par 2 lasers éclairant l'écran, observe-t-on une figure d'interférences ? Pourquoi ?

Question 4 : Quelle est la relation liant l'interfrange i à la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique ? Préciser la signification et l'unité de chaque grandeur.

3) Application à la détermination du pas d'un réseau :

Un réseau est constitué d'un support transparent sur lequel ont été gravés des traits parallèles et équidistants. Le « pas » du réseau, noté b , est la distance entre deux traits consécutifs.

Ces traits parallèles se comportent comme des fentes. Éclairés avec un laser, ils donnent une figure d'interférences.

- 5** Proposer un protocole afin de déterminer le pas de ce réseau.
Après accord du professeur, le mettre en œuvre et en déduire la valeur de b .

6 Les incertitudes sur λ , b , i et D sont respectivement notées $U(\lambda)$, $U(b)$, $U(i)$ et $U(D)$.

a. Quelles sont les valeurs de $U(\lambda)$, $U(i)$ et $U(D)$ (voir fiche n° 3, p. 584) ?

b. L'incertitude sur la mesure de b peut être évaluée par :

$$U(b) = b \cdot \sqrt{\left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{U(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

Calculer cette incertitude.

c. En déduire un encadrement de la valeur expérimentale b du pas du réseau. Est-il en accord avec la valeur indiquée par le fabricant ?

Données expérimentales :

Réseau utilisé : 100 traits / mm

Laser de longueur d'onde $\lambda = 632,8$ nm avec une précision de 0,2 nm (donné par le constructeur) soit $u(\lambda) = 0,2$ nm.

Lorsque la mesure est obtenue par double lecture (sur une échelle ou sur un cadran), pour un niveau de confiance de 95 %, l'incertitude de la mesure liée à la lecture est estimée à $U_{\text{double lecture}} = \sqrt{2} \times \frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{12}}$

On se place à $D = 2,00$ m de l'écran. 1 graduation de la règle (erreur absolue) = 1 cm. Déterminer $U(D)$.

L'interfrange mesurée est $i = 12,5$ cm. 1 graduation de la règle (erreur absolue) = 1 mm. Déterminer $U(i)$.

Correction. Activité 3 p : 64 INTERFERENCES LUMINEUSES

1) Dispositif expérimental :

Les fentes d'Young sont constituées de 2 fentes étroites et parallèles.

On place l'écran à une distance D maintenue fixe au moins 1,50 m.

On appelle « interfrange », notée « i », la distance séparant le milieu de 2 franges brillantes consécutives (ou bien de 2 franges sombres consécutives).

On utilise des fentes d'Young pour lesquelles les valeurs de b sont

0,2000 mm, 0,300 mm et 0,500 mm avec une précision de 1 μm .

Les fentes d'Young se comportent comme 2 sources lumineuses qui se superposent sur l'écran.

L'écran est placé à une distance $D = 4,00$ m.

Question 1 :

Décrire la figure obtenue sur l'écran.



Rép : On observe des franges d'interférences

alternativement sombres et brillantes sur l'écran. Ces franges sont parallèles entre elles et parallèles aux 2 fentes d'Young.

Valeurs expérimentales obtenues : voir le tableau ci-contre.

b (m)	i (m)
$2,00 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
$3,00 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$
$5,00 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$

2) Exploitation :

Question 2 a : En traçant un graphe, montrer que i est inversement proportionnel à

Réponse partielle : Dans un tableur, rentrer les valeurs de b (m), i (m). Compléter avec une colonne $1/b$ (m^{-1}). Tracer la courbe donnant les variations de i en fonction de $1/b$. Modéliser la courbe obtenue.

Question 2 b : L'interfrange i est donnée par l'une des expressions suivantes : Retrouver la bonne expression parmi celles proposées. Justifier.

$$i = D + \frac{\lambda}{b}; \quad i = \frac{\lambda^2 \cdot D}{b^2}; \quad i = \frac{\lambda \cdot D}{b}; \quad i = \frac{\lambda^2 \cdot D}{b}$$

Question 3 : Si on remplace les 2 fentes d'Young par 2 lasers éclairant l'écran, observe-t-on une figure d'interférences ? Pourquoi ?

Question 4 : Quelle est la relation liant l'interfrange i à la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique ? Préciser la signification et l'unité de chaque grandeur.

3) Application à la détermination du pas d'un réseau :

Un réseau est constitué d'un support transparent sur lequel ont été gravés des traits parallèles et équidistants. Le « pas » du réseau, noté b , est la distance entre deux traits consécutifs.

Ces traits parallèles se comportent comme des fentes. Éclairés avec un laser, ils donnent une figure d'interférences.

- 5** Proposer un protocole afin de déterminer le pas de ce réseau.
Après accord du professeur, le mettre en œuvre et en déduire la valeur de b .

6 Les incertitudes sur λ , b , i et D sont respectivement notées $U(\lambda)$, $U(b)$, $U(i)$ et $U(D)$.

a. Quelles sont les valeurs de $U(\lambda)$, $U(i)$ et $U(D)$ (voir fiche n° 3, p. 584) ?

b. L'incertitude sur la mesure de b peut être évaluée par :

$$U(b) = b \cdot \sqrt{\left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{U(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

Calculer cette incertitude.

c. En déduire un encadrement de la valeur expérimentale b du pas du réseau. Est-il en accord avec la valeur indiquée par le fabricant ?

Données expérimentales :

Réseau utilisé : 100 traits / mm

Laser de longueur d'onde $\lambda = 632,8$ nm avec une précision de 0,2 nm (donné par le constructeur) soit $U(\lambda) = 0,2$ nm.

Lorsque la mesure est obtenue par double lecture (sur une échelle ou sur un cadran), pour un niveau de confiance de 95 %, l'incertitude de la mesure liée à la lecture est estimée à $U_{\text{double lecture}} = \sqrt{2} \times \frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{12}}$

On se place à $D = 2,00$ m de l'écran. 1 graduation de la règle (erreur absolue) = 1 cm. Déterminer $U(D)$.

L'interfrange mesurée est $i = 12,5$ cm. 1 graduation de la règle (erreur absolue) = 1 mm. Déterminer $U(i)$.