

Optique - Interférences

Compte rendu individuel à rédiger proprement en justifiant les différentes réponses.

1- Objectifs

Au début du 19^{ème} siècle, le physicien britannique Thomas Young réalise une expérience qui a marqué l'Histoire des Sciences. Il place devant une source lumineuse un cache percé de deux fentes fines parallèles et proches. Il met ainsi en évidence le phénomène d'interférences lumineuses et l'explique par le caractère ondulatoire de la lumière.

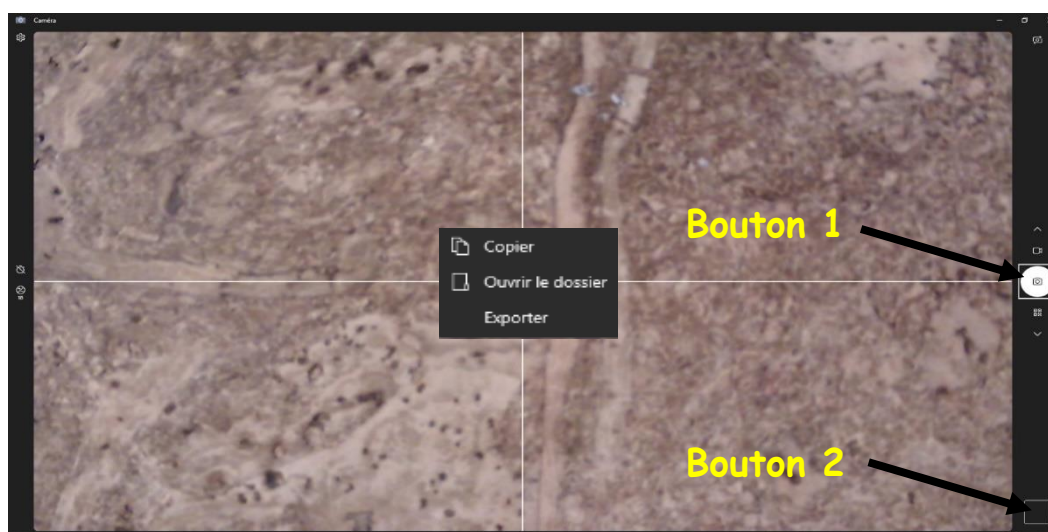
Les objectifs de ce travail sont:

- De comprendre ce qu'est le phénomène d'interférences lumineuses.
- Déterminer la longueur d'onde d'un laser.

2- Document - Utilisation de la camera

Afin de réaliser les mesures on utilisera une caméra qui nous permettra de réaliser des photographies du phénomène de diffraction.

- Cliquer 1 fois sur menu "Démarrer" de Windows (en bas à gauche de l'écran).
- Taper le mot "Caméra" au clavier.
- Cliquer su "Caméra" pour ouvrir le programme.
- Le programme s'ouvre.



- Régler la mise au point en tournant l'objectif de la caméra ou alors modifier la distance entre l'écran et la caméra. L'image doit être la plus nette possible.
- Veiller à ce que la figure observée soit bien alignée avec le fond d'écran.
- Cliquer sur le bouton 1 pour prendre une photo.

- Cliquer sur le bouton 2 pour ouvrir la photo.
- Sur la photo ouverte cliquer avec le bouton droit de la souris et choisir "Copier".
- Coller la photo dans le dossier "Documents ».
- Renommer la photo sous le nom "Diffraction" + n° fente.

3- Document - Utilisation de SalsaJ

Une fois la photographie réalisée, elle sera analysée à l'aide du logiciel SalsaJ. Ce logiciel permet de réaliser des mesures de la largeur de la tâche de diffraction.

- Ouvrir le programme "SalsaJ".
- Les boutons et fonctions sont les suivants:

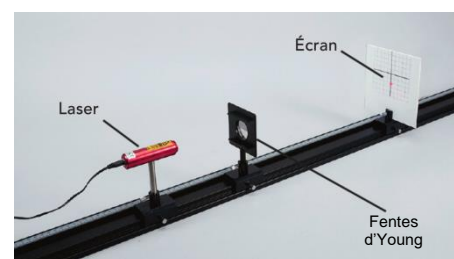
Ouvrir un fichier image	Annuler la dernière opération	Tracer un trait	Zoom avant/arrière	Déplacement dans le cadre de l'image
				

- Pour ouvrir un fichier image:
 - Effectuer "Fichier" puis "Ouvrir" ou cliquer sur le bouton "Ouvrir un fichier image".
 - Rechercher le fichier en se déplaçant dans l'arborescence.
 - Cliquer sur le fichier désiré puis "Ouvrir".
- Pour étalonner l'échelle d'une image:
 - Tracer un trait entre deux points séparés d'une distance connue. Pour cela, cliquer sur le bouton "Tracer un trait" puis cliquer et glisser entre les deux points.
 - Penser à utiliser le zoom avant (clic gauche) au préalable pour gagner en précision. Pour dézoomer faire clic droit.
 - Dans la barre de menu du logiciel, cliquer "Analyse" et "Indiquer l'échelle".
 - Compléter ou modifier les informations dans la fenêtre qui apparaît, cocher "Global" puis cliquer "OUI".
- Pour mesurer une distance après étalonnage:
 - Tracer un trait entre deux points séparés d'une distance d . Pour cela, cliquer sur le bouton "Tracer un trait" puis cliquer et glisser entre les deux points.
 - La valeur s'affiche en haut et droite.

4- Observation du phénomène d'interférences

Réaliser le montage photographié ci-contre en éclairant la seconde fente d'Young du jeton.

Les fentes d'Young sont placées à 10cm environ du laser et l'écran est positionné le plus loin possible des fentes à une distance $D > 1,50\text{m}$.



Les 3 fentes d'Young qui ont une largeur $a=70\mu\text{m}$ sont séparées d'une distance b respectivement égales à $200\mu\text{m}$, $300\mu\text{m}$ et $500\mu\text{m}$.

- Observer la figure de d'interférences sur l'écran.
- Quel est l'effet de la deuxième fente sur la figure observée par rapport à la figure de diffraction observée avec une seule fente?

Les fentes d'Young se comportent comme deux sources de lumière monochromatiques dont les ondes lumineuses se superposent sur l'écran.

Remarque: On appelle interfrange " i ", la distance qui sépare les milieux de deux franges brillantes ou deux franges sombres consécutives.

- Reproduire la figure d'interférences observée et la légender avec les termes "tache centrale de diffraction", "taches secondaires", "interfrange", etc.....
- Comparer la direction de la figure d'interférences à celle des fentes.
- Comment peut-on mesurer le plus précisément possible l'interfrange i ?
- Que se passe-t-il lorsque la distance inter-fente b diminue?

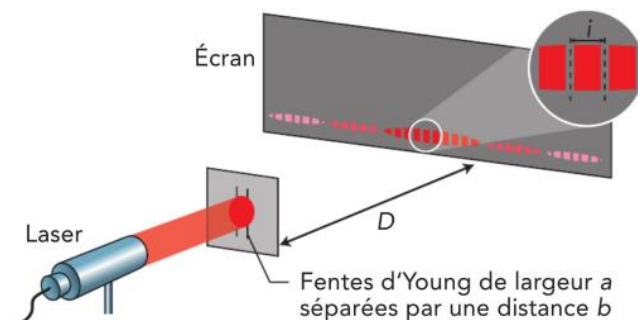
5- Détermination de la longueur d'onde d'un laser

Repérer, les positions exactes des fentes et de l'écran et ne plus les modifier.

- Mesurer précisément la distance D en mètre.

On note:

- a , la largeur des fentes d'Young.
- b , la distance séparant les deux fentes.
- i , l'interfrange.
- Réaliser une série de mesures précises de l'interfrange i pour les fentes d'Young de largeur a et séparées d'une largeur b correspondant aux valeurs du tableau ci-dessous.



Fente	1	2	3
a ($\times 10^{-6}\text{m}$)	70		
b ($\times 10^{-6}\text{m}$)	200	300	500
i ($\times 10^{-3}\text{m}$)			

- Dans un tableur graphueur (LatisPro), copier les valeurs de $i(\text{m})$ et $b(\text{m})$ puis faire calculer les valeurs de $\frac{1}{b}$.
- Tracer le graphe i en fonction de $\frac{1}{b}$.
- Reproduire le graphique et commenter l'allure du graphe.

- Que peut-on dire des grandeurs i et $\frac{1}{b}$?
- On note k le coefficient directeur de la droite obtenue: quelle relation peut-on écrire entre i , k et $\frac{1}{b}$?

L'interfrange i est donné par l'une des expressions suivantes:

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

- Analyser chacune des expressions et retrouver, en justifiant, la bonne expression parmi celles proposées.
- Modéliser la droite et noter la valeur de k en précisant son unité.
- En déduire la relation donnant la valeur de la longueur d'onde expérimentale λ_{exp} du laser utilisé (l'exprimer en nm).

L'incertitude $\Delta\lambda_{\text{exp}}$ sur la valeur de la longueur d'onde expérimentale λ_{exp} est donnée par la formule:

$$\Delta\lambda_{\text{exp}} = \lambda_{\text{exp}} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta i}{i}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2}$$

- Calculer l'incertitude sur la valeur de la longueur d'onde à partir des valeurs suivantes: $\Delta i = 0,5\text{mm}$; $\Delta D = 5\text{mm}$ et $\Delta b = 1\mu\text{m}$.
- En déduire un encadrement sur la valeur de λ_{exp} et vérifier que la valeur théorique $\lambda_{\text{théo}}$ est bien comprise dans cet encadrement.
- Conclure.