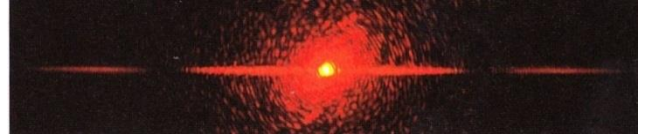


Correction du TP5.**DIFFRACTION DES ONDES LUMINEUSES****II- LE PHENOMENE DE DIFFRACTION :****1) Le montage :**

On place un laser émettant une lumière de longueur d'onde λ devant une fente (ou un fil vertical) de largeur a . On observe, sur un écran, la figure suivante :



Question 1 : Peut-on parler de propagation rectiligne de la lumière ?

Temps que le faisceau laser ne rencontre pas d'obstacle, il y a propagation rectiligne de la lumière : dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en ligne droite.

Dès que la lumière rencontre un obstacle de faible dimension (dont la largeur est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de la lumière), celle-ci se propage alors dans différentes directions. C'est le phénomène de diffraction. La figure obtenue est une figure de diffraction formée de tâches lumineuses séparées de zones sombres.



Schéma indiquant la position des premières extinctions, la largeur l de la tache centrale de diffraction et l'écart angulaire θ (demi-angle de diffraction).

Question 2 : Donner l'expression de θ en fonction de λ et de a , en précisant la signification et l'unité de ces 2 grandeurs

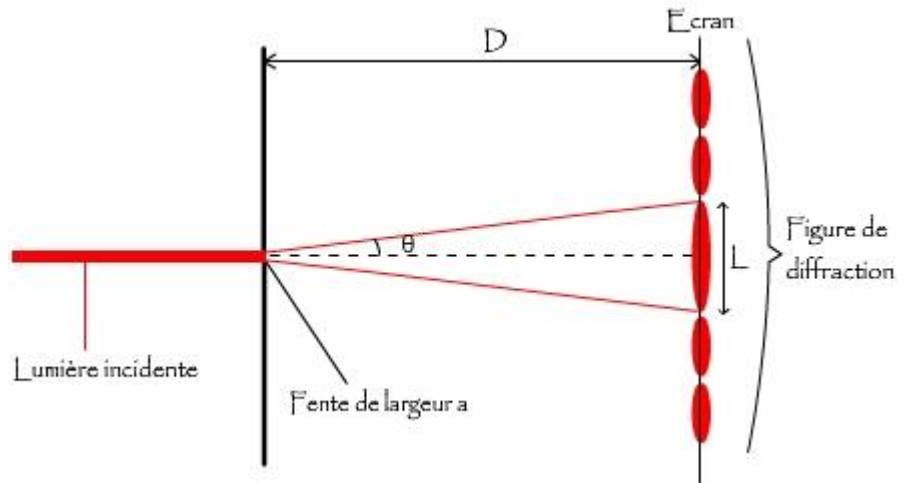
La relation existant entre ces grandeurs λ et a :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

λ : longueur d'onde du laser (m)

a : largeur du fil (m)

θ : écart angulaire θ (demi-angle de diffraction) en rad.



Question 3 : En se plaçant dans l'approximation des petits angles, où $\tan \theta \approx \theta$, établir la relation liant λ , a , D et l . (l : largeur de la tache centrale).

Dans le triangle rectangle de la figure ci-dessus : $\tan \theta = \frac{l}{2D} = \frac{\lambda}{a}$. Approximation des petits angles : $\tan \theta \approx \theta$ donc $\theta = \frac{l}{2D}$

En égalisant les 2 relations : $\frac{\lambda}{a} = \frac{l}{2D}$

Question 4 : Comment évolue la largeur de la tache centrale : La largeur de la tache centrale est : $L = \frac{2\lambda D}{a}$

a. si la largeur de l'obstacle double ? Si $a' = 2a$, alors $L' = L/2$: la tache centrale est divisée par 2.

si la largeur de l'obstacle est divisée par 2 ? Si $a'' = \frac{a}{2}$, alors $L'' = 2L$: la tache centrale est multipliée par 2.

b. si la distance entre l'obstacle et l'écran double ? Si $D' = 2D$ alors $L' = 2L$: la tache centrale est multipliée par 2. (par contre θ garde la même valeur).

2) Les mesures :

Réaliser le montage précédent en plaçant l'écran, maintenu fixe, à une distance D la meilleure compte tenu de la place sur votre paillasse. Précisez la valeur de D choisie.

Réaliser une série de mesures de la largeur l de la tache centrale pour des obstacles (ici les fils calibrés) de largeur a différentes.

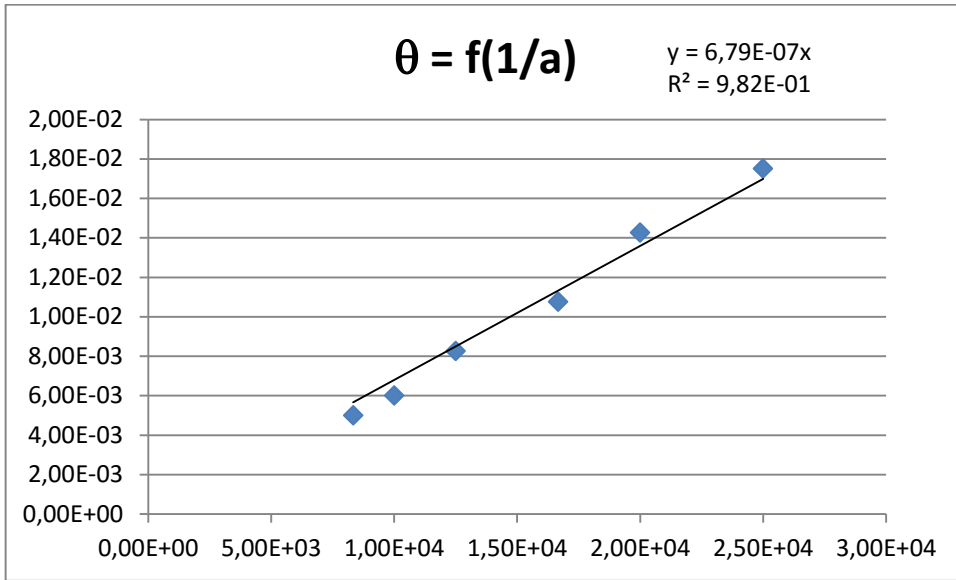
Vous pourrez compléter le tableau suivant :

a (convertir en m)	120 μm	100 μm	80 μm	60 μm	50 μm	40 μm
L (cm)	2,2	2,6	3,3	4,3		6,4

3) Exploitation des mesures : Le graphe $\theta = f(1/a)$:

Avec $D = 2,0$ m

a (m) (largeur fil)	4,00E-05	5,00E-05	6,00E-05	8,00E-05	1,00E-04	1,20E-04
L (largeur de la tache) (m)	7,00E-02	5,70E-02	4,30E-02	3,30E-02	2,40E-02	2,00E-02
1/a (m^{-1})	2,50E+04	2,00E+04	1,67E+04	1,25E+04	1,00E+04	8,33E+03
$\theta = L/2D$ (rad)	1,75E-02	1,43E-02	1,08E-02	8,25E-03	6,00E-03	5,00E-03



Remarque : Le coefficient de corrélation R^2 indique la précision de la modélisation des points expérimentaux par la droite passant par l'origine. un coefficient de corrélation R^2 supérieur à 0,99 représente une très bonne précision. Ici $R^2 = 0,98$ (on voit des points qui ne sont pas tout à fait sur la droite).

Le graphe $\theta = f(1/a)$ conduit à une droite passant par l'origine qui est donc de la forme $y = k \cdot x$ avec k : coefficient directeur de la droite. Soit ici : $\theta = k \cdot \frac{1}{a}$

Comparons avec la relation donnée dans la question 2 : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

On en déduit que le coefficient directeur k est donc égal à λ : longueur d'onde du laser.

L'équation sur le graphique donne : $k = \lambda = 6,79 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

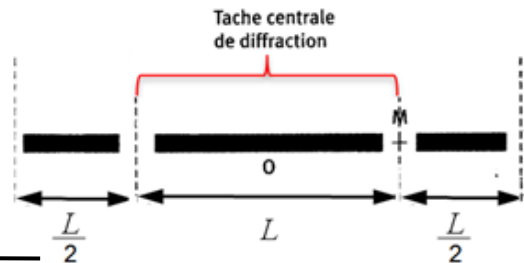
La valeur expérimentale trouvée est donc $\lambda_{exp} = \underline{\underline{679 \text{ nm}}}$.

Comparaison avec la valeur indiquée par le fabricant : $\lambda_{fabricant} = 650 \text{ nm}$

Ecart relatif : $\frac{|\lambda_{fabricant} - \lambda_{exp}|}{\lambda_{fabricant}} \times 100 = \frac{|679 - 650|}{650} \times 100 = 5 \%$

Causes d'erreurs :

Erreurs les plus importantes : elle vient de la mesure de L : largeur de la tache centrale. Il est difficile de bien distinguer les zones sombres de part et d'autre de la frange centrale. Pour diminuer cette erreur, prendre une distance fil-écran plus grande.



Compétences mises en jeu dans ce TP

S'approprier	
Analyser	Prendre conscience des problèmes de sécurité liés aux manipulations au laboratoire. Proposer un protocole
Réaliser	Respecter les règles de sécurité. Réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole. Effectuer des mesures avec précision. Utiliser l'outil informatique de manière adaptée.
Valider	Utiliser les symboles et unités adéquates. Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Communiquer	