TPC n°10a : Diffraction de lumière monochromatique

« Comment utiliser le phénomène de diffraction pour mesurer la longueur d'onde d'un laser ? »

Ce TP a pour objectif d'étudier le phénomène de diffraction d'une lumière monochromatique et de l'utiliser pour déterminer la longueur d'onde du laser utilisé.

1°- Étude préliminaire de la *figure* de diffraction.

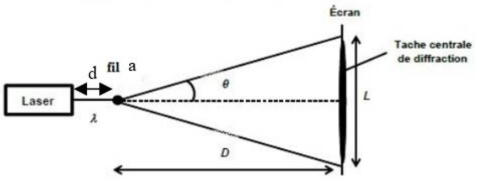
S'APPROPRIER

a- Pour vérifier expérimentalement l'influence d'un paramètre sur un phénomène, il faut fixer tous les autres paramètres susceptibles d'avoir une influence puis faire varier le paramètre à étudier, SANS MODIFIER les autres, en observant les éventuelles modifications apportées au phénomène. ATTENTION : Pour une étude quantitative, il faut noter au moins 3 valeurs du paramètre modifié et les 3 mesures du phénomène correspondantes.

b- Pour être dans les conditions de Fraunhofer, il faut que la distance D entre l'objet diffractant et l'écran soit la plus grande possible.

RÉALISER

Pour étudier l'influence de la distance d entre l'objet diffractant et le laser, il faut réaliser le montage suivant :



Les paramètres fixés sont : **D = 182,0 cm avec u(D) = 0,1 cm , λ = 650 nm et a = 50 µm**

- On fait varier la distance d entre l'objet diffractant et le laser EN DÉPLAÇANT le laser pour NE PAS MODIFIER D, et on observe la figure de diffraction.

La figure ne diffraction n'est pas modifiée lorsqu'on fait varier d.

<u>Conclusion</u> : La distance entre l'objet diffractant et le laser n'a pas d'influence sur la figure de diffraction.

2°- Détermination de la longueur d'onde du laser.

Le phénomène de diffraction permet de déterminer expérimentalement la valeur de la longueur d'onde du laser utilisé.

S'APPROPRIER

a- Dans les conditions de Fraunhofer, on a la relation $\mathrm{L} = \frac{2\times\lambda\times D}{a}$. Si λ et D sont fixés, on peut donc l'écrire sous la forme $L = K \times \frac{1}{a}$ mais pas sous la forme $L = K \times a$. La largeur de la tache de diffraction est donc proportionnelle à $\frac{1}{a}$ mais pas à a.

b- **<u>Démarche</u>**

On utilise le même montage que précédemment.

Pour un laser donné et une distance fente-écran fixée, le terme 2λD est une constante. On peut donc écrire que $L = \frac{K}{a}$ $soit\ K \times \frac{1}{a}$, on peut donc faire varier le paramètre a, et mesurer le L correspondant, puis pour déterminer K avec précision, on trace la représentation graphique de $L = f(\frac{1}{a})$, pour laquelle K sera le coefficient directeur, on peut alors en déduire la longueur d'onde.

Protocole : - Mesurer L pour différents a
- Rentrer les valeurs de a (en m) et de L mesurées (en m) dans Latis-Pro.
- Dans la feuille de calcul, calculer Inv = 1/a
- Tracer L = f(Inv) (style croix)
- Modéliser la courbe par une fonction adaptée en indiquant l'incertitude sur L dans la case « Erreur en .... ».
- Déterminer K avec son incertitude, puis en déduire λ avec son incertitude.

$$u(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{u(K)}{K}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

RÉALISER

!! Le tableau est à préparer avant les mesures !!

Tableau de mesure :

a (µm)	**L (mm) avec u(L) = 1 mm**
40	57
60	39
80	29
100	23
150	16

Après modélisation dans le logiciel de la courbe L=f(1/a), on obtient l'équation **L = 2,30.10^{-6}** $\times \boldsymbol{\frac{1}{a}}$ **et** l'incertitude fournie par Latis-Pro arrondie à l'excès avec un seul CS.

Soit K = 2.30.10^{-6} m^2 et u(K) = 2.10^{-8} m^2 **!! Attention K a une unité !!**

On écrit donc : **K = 230.10^{-8} m^2 avec u(K) = 2.10^{-8} m^2**

On peut alors en déduire la longueur d'onde du laser associé à son incertitude.

$$\lambda = \frac{K}{2.D} = \frac{230.10^{-8}}{2\times 1{,}82} = 6{,}32.10^{-7}\text{ m} \quad \text{donc} \quad u(\lambda) = \frac{230.10^{-8}}{2\times 1{,}82} \times \sqrt{\left(\frac{2.10^{-8}}{230.10^{-8}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1}{182}\right)^2} = 6.10^{-9}\text{ m}$$

On en déduit : Soit **λ = 632 nm avec u(λ) = 6 nm**

VALIDER

Pour comparer la valeur expérimentale à la valeur attendue, il faut calculer le z-score.

$$z = \frac{650-632}{6} = 3 > 2$$

La valeur expérimentable est compatible avec la valeur de référence à 3 incertitudes-type près seulement, la valeur expérimentale n'est donc pas suffisamment précise.