

Pré requis : Connaître l'importance de la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle sur le phénomène observé.

Objectifs : Réaliser un montage permettant de mettre en évidence le phénomène de diffraction dans le cas d'ondes lumineuses.
Exploiter une figure de diffraction dans le cas des ondes lumineuses
Réaliser des mesures permettant de vérifier la pertinence de la relation $\theta = \lambda/a$

1. Mesure de la longueur d'onde (1 h)

Dans cette manipulation, on se propose de vérifier la formule donnant la largeur L de la tâche centrale de diffraction en fonction de la largeur a de l'obstacle et de déterminer λ , la longueur d'onde du laser utilisé.

Matériel :

Source laser rouge (longueur d'onde λ théorique = nm)

Il est interdit de regarder dans l'axe du faisceau ! Le faisceau sera toujours dirigé vers le mur !



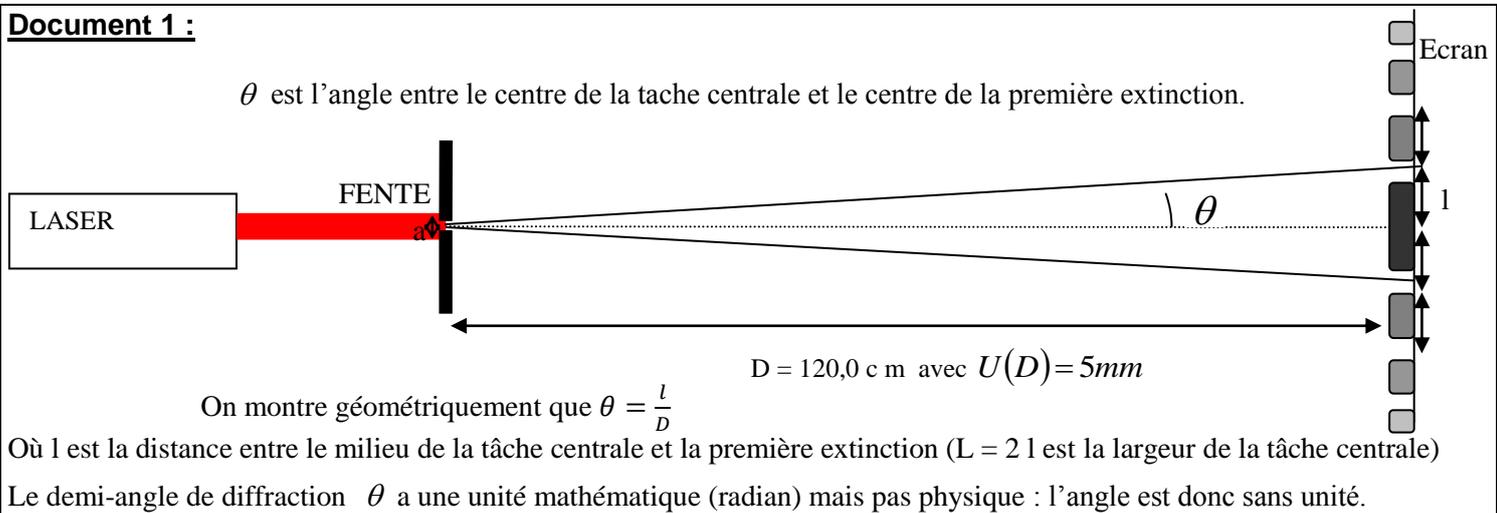
Diapositive avec des fentes de différentes largeurs

Largeur a des fentes sur la diapositive fournie **dans l'ordre !** : 0,070 ; 0,040 ; 0,050 ; 0,100 ; 0,120 ; 0,280 ; 0,400 en mm.

Incertitude sur les fentes $U(a) = 0,01$ mm

Ordinateur avec logiciel excel

Document 1 :



Questions :

On propose différentes relations liant la largeur L de la tâche centrale, la distance D de la fente à l'écran, la largeur a de la fente et la longueur d'onde λ de la source lumineuse.

$$(a) L = \frac{2\lambda D}{a} ; \quad (b) L = \frac{2\lambda D}{a^2} ; \quad (c) L = \frac{2aD}{\lambda} ; \quad (d) L = 2a\lambda D$$

1. Vous éliminerez certaines des expressions proposées par analyse dimensionnelle.
2. Proposer un protocole de manipulation qualitative (sans mesure) pour sélectionner la bonne relation.
Aide : Faire varier un seul paramètre à la fois !
3. Proposer un protocole et réaliser **une série de mesures** permettant de vérifier la relation retenue précédemment.

- En déduire la longueur d'onde λ du laser
- Identifier les causes d'erreurs et les exprimer numériquement

Aide : Erreur de mesure de type B

L'incertitude élargie (pour un niveau de confiance de 95%) sur une mesure L obtenue à partir d'une double lecture sur une échelle graduée en mm:

$$U(L) = \sqrt{2} \times \frac{\text{valeur de la plus petite graduation}}{\sqrt{3}} = 0,8 \text{ mm}$$

- calculer l'incertitude sur cette longueur d'onde :

$$U(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{U(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{U(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

- En déduire un encadrement pour longueur d'onde
- Comparer à la valeur théorique fournie par le constructeur

2. Mesure du diamètre d'un cheveu (20 min):

Vous devez déterminer le diamètre d d'un de vos cheveux ainsi que l'incertitude associée à votre mesure.

- Expliquer en quoi le phénomène de diffraction permet de mesurer une petite longueur.
- Réaliser l'expérience.
- Pour évaluer l'incertitude sur le diamètre du cheveu on fait le calcul suivant : $\Delta d = d \times \frac{\Delta L}{L}$
- En déduire un encadrement.

3. Comment pourrait-on minimiser les erreurs de lecture (20 min) ?

- On remplace l'écran par une barette ccd
- Relier la barette à sysam (sortie filtrée sur EA0)
- Lancer synchronie.
- Ouvrir le fichier ccd.
- Effectuer les mesures à l'aide du curseur.

- Calculer la nouvelle valeur de d.
- On considère maintenant $U(L) = 11 \mu\text{m}^*$

Evaluer la nouvelle incertitude sur le diamètre du cheveu: $U(d) = d \times \frac{U(L)}{L}$

* Démonstration : (Totalement hors programme)

La taille d'un pixel est $14 \mu\text{m}$

La précision $\Delta = 7 \mu\text{m}$

L'incertitude type $u = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$

L'incertitude élargie (95% de confiance) pour une simple lecture :

$$U_{ccd}(x) = \frac{2\Delta}{\sqrt{3}} = 8.1 \mu\text{m}$$

Comme il s'agit d'une double lecture $U(L) = \sqrt{2} \times U_{ccd} = 11 \mu\text{m}$