

TP 4 Diffraction

Thème : OBSERVER, ondes et matière : propriétés des ondes

Notions et contenus : Diffraction, Influence relative de la taille de l'ouverture ou obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction

Objectifs : L'objectif général est d'amener les élèves à identifier et élaborer un modèle pour donner du sens physique à la détermination d'un paramètre issu d'une phase expérimentale sur le phénomène de diffraction.

L'approche didactique est volontairement mathématisée afin de montrer l'apport constitutif et complémentaire que peuvent nous apporter les mathématiciens.

Compétences travaillées :

- *Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses*
- Connaître et exploiter la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène
- Savoir que l'importance du phénomène est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou obstacle
- Schématiser une situation
- Travailler en groupe, échanger pour élaborer le protocole
- Mettre en œuvre la manipulation
- Identifier et mesurer les grandeurs pertinentes
- Saisir et calculer des grandeurs
- Mettre en relation
- Proposer et tester des modèles
- Faire usage des TICE
- Déterminer les caractéristiques du paramètre inconnu
- Être critique
- Intégrer à une autre situation
- Développer l'autonomie, l'initiative

Matériel :

Au bureau :

- mètres déroulants – décamètres
- des règles de 30 cm

Poste élève :

- 1 source laser (longueur d'onde : $\lambda = 632,8 \text{ nm}$)
- 1 support écran
- 1 support diapo
- 1 jeu de fentes simples de plusieurs largeurs (le diapositive de 7 fentes simple vendu par la société JEULIN dans l'ordre 0,070 ; 0,040 ; 0,050 ; 0,100 ; 0,120 ; 0,280 ; 0,400 en mm).
- Ordinateur avec OpenOffice
- Fiche d'aide "tracé de diagrammes et modélisation avec le tableur OpenOffice"
- Fiche consigne de sécurité pour l'utilisation du Laser
- Fiche représentant la diapositive avec les fentes et leur valeur

TP 4 Diffraction

1 Matériel à disposition

Vous disposez d'un laser, d'un écran, de règles et d'une diapositive comportant 6 fentes dont les largeurs a , en mm, sont :

a en mm	0,07	0,04	0,05	0,1	0,12	0,28
---------	------	------	------	-----	------	------

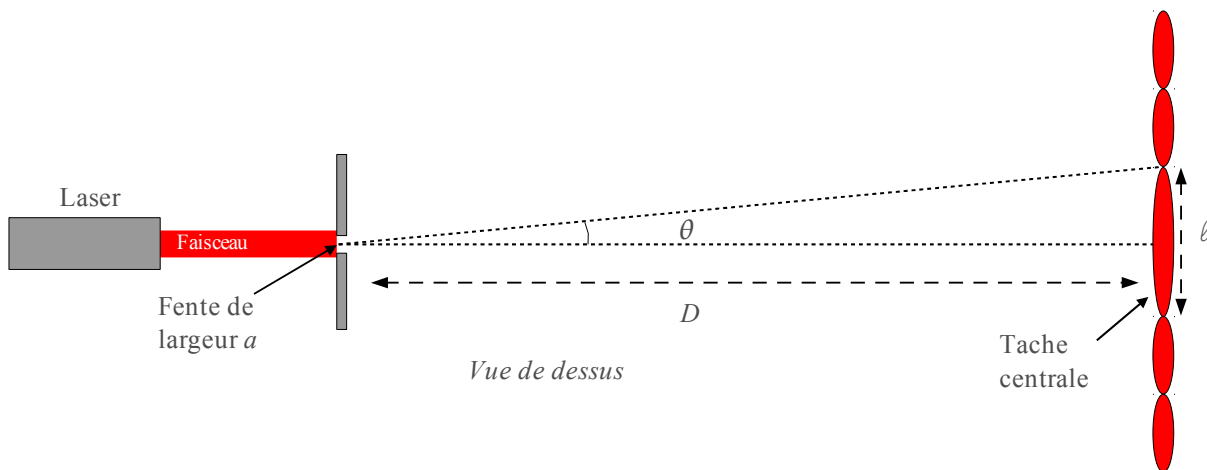
Un ordinateur avec OpenOffice permet de tracer des courbes et de les modéliser. Par exemple, modélisation par une droite avec affichage de l'équation.

2 Situation déclenchante

On se propose, à partir du montage schématisé ci-dessous, de vérifier expérimentalement que θ est proportionnel à $\frac{1}{a}$ et ensuite que le coefficient de proportionnalité est λ (la valeur de la longueur d'onde du Laser sera donnée par le professeur). C'est à dire : $\theta = b \times \frac{1}{a}$ avec b : constante (coefficient de proportionnalité) égale à λ .

a est la largeur de la fente, λ la longueur d'onde de la lumière du LASER et θ est l'angle, exprimé en radian, entre le centre de la tache centrale et le centre de la première extinction (voir schéma ci-dessous).

a est la largeur de la fente, λ la longueur d'onde de la lumière du LASER et θ est l'angle, exprimé en radian, entre le centre de la tache centrale et le centre de la première extinction (voir schéma ci-dessous).



Information : Pour de petits angles (c'est le cas ici), $\theta \approx \tan \theta = \text{côté opposé} / \text{côté adjacent}$

3 Travail à effectuer

3.1 Analyse du problème et formulation d'un protocole expérimental

- Avec le matériel à disposition, proposer un protocole expérimental qui réponde au problème posé.

Remarque : le protocole expérimental doit expliciter la façon dont on va utiliser le matériel et les logiciels, les mesures, ainsi que les calculs à effectuer.

Appeler le professeur pour vérification ou en cas de difficulté.

3.2 Réalisation du protocole expérimental proposé

- Mettre en œuvre le protocole.

Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté.

3.3 Communication sur le travail réalisé et sur les résultats obtenus

- Exprimer le résultat sous la forme $b = b_{\text{moy}} \pm \Delta b$ où b_{moy} est la valeur moyenne et Δb l'incertitude sur cette valeur moyenne (voir fiche complément : expression d'un résultat)
- Comparer ce résultat à la longueur d'onde du laser, λ , donnée par le professeur. Conclure.
- Rédiger un compte-rendu.

Fiche complément : Expression d'un résultat dans le cas d'une série de mesure indépendante

Le résultat final ne se limite pas à une simple valeur numérique. On définit un **intervalle de valeurs** dans lequel la valeur vraie a une bonne chance de se trouver. On introduit une **incertitude de mesure** qui vise à estimer la largeur de cet intervalle.

Expression du résultat

$$b = b_{\text{moy}} \pm \Delta b$$

où b_{moy} est la valeur moyenne
et Δb l'incertitude sur cette valeur moyenne

Δb sera arrondie à la valeur supérieure avec un chiffre significatif
 b_{moy} sera arrondie en conservant comme dernier chiffre significatif, celui de même position que celui de Δb .

Par exemple :

$v_{\text{moy}} = 238,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\Delta v = 3,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
on obtient $v = 239 \pm 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

L'incertitude de mesure sera définie par $\Delta b = 2 \times \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

où σ_{n-1} est l'écart type sur la série de mesures
et n le nombre de mesure

Méthode

Dans le tableur, calculer b_{moy} , σ_{n-1} (écart type) puis Δb

Avec le tableur OpenOffice

Calcul de la moyenne : =MOYENNE()
Calcul de l'écart type : =ECARTYPE()
Calcul d'une racine carrée : =RACINE()

Avec un calculatrice

Voir fiches d'aide pour utiliser les fonctions statistiques.
Remarque : sur une casio, l'écart type recherché est noté $\sigma n-1$

Chiffres significatifs

Dans un nombre, tous les chiffres sont significatifs sauf les zéros placés en tête du nombre.

Exemples :

5,3	2 chiffres significatifs
5,30	3 chiffres significatifs
5300	4 chiffres significatifs
0,053	2 chiffres significatifs