

⑤

Spécialité sciences physique et chimique Terminale

TP 11 Diffraction de la lumière

Compétences

- Illustrer et caractériser qualitativement le phénomène de diffraction dans des situations variées.
- Exploiter la relation donnant l'angle caractéristique de diffraction dans le cas d'une onde lumineuse diffractée par une fente rectangulaire en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.

Lorsqu'une onde lumineuse rencontre un obstacle de petite dimension elle est diffractée. Si cette propriété des ondes peut être gênante pour l'observation des étoiles par des télescopes, elle permet cependant de déterminer la taille d'objets de « petites » dimensions. Encore faut-il savoir quel lien existe entre la figure de diffraction et l'objet diffractant.

Données

1) Incertitudes :

Si une grandeur X est égale au produit ou au quotient de trois autres grandeurs W , Y et Z qui sont des grandeurs mesurées, alors l'incertitude sur la grandeur X se calcul selon la relation : $\frac{\Delta X}{X} = \sqrt{\left(\frac{\Delta W}{W}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Z}{Z}\right)^2}$

Lorsque la mesure (U) est obtenue par lecture seule sur une échelle ou un cadran, pour un niveau de confiance de 95% l'incertitude de la mesure liée à la lecture est estimée à $\Delta U_{\text{lecture}} = \frac{2 \text{graduations}}{\sqrt{12}}$

Lorsque la lecture nécessite une double lecture, les incertitudes liées à la lecture peuvent se cumuler ou se compenser partiellement ou totalement. Pour un niveau de confiance de 95%, l'incertitude liée à la lecture est estimée à $\Delta U_{\text{doublelecture}} = \sqrt{2} \cdot \Delta U_{\text{lecture}}$.

2) La relation liant le demi-angle de diffraction θ , la longueur d'onde de la radiation lumineuse λ et la dimension de l'objet diffractant a : $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$.

Pour de petits angles, on pourra considérer que : $\tan \theta \approx \theta$, avec θ exprimé en radian.

3) Matériel disponible :

laser, fentes de largeur « a » connue, trou circulaire, fil, écran avec papier millimétré, mètre, ordinateur avec logiciel Regressi, appareil photo et logiciel SalsaJ.

Jeu de fentes OVIO : a en μm : 30 ; 40 ; 60 ; 80 ; 100 ; 150 ; 200

Incertainitude sur la largeur a de chaque fente : $\Delta a = 2\mu\text{m}$

A Observations.

Positionner le laser en direction des fenêtres. Placer un écran à une distance D d'environ 1,5m du laser. Placer entre le laser et un écran successivement différents objets diffractants : trou circulaire, fente verticale puis horizontale, fil vertical puis horizontal. Les objets diffractants se trouvent à une dizaine de centimètres du laser.

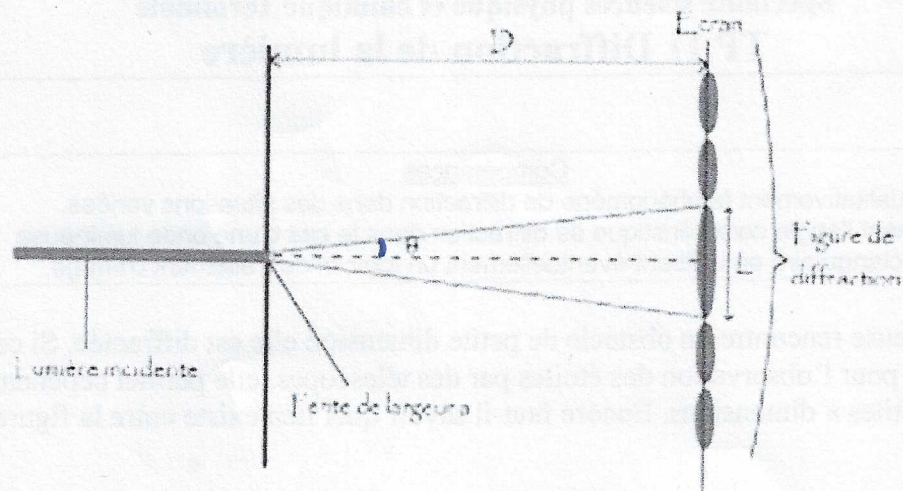
Q1 : Quelle est l'ordre de grandeur de la taille des objets diffractants ? Justifiez votre réponse.

Q2 : Que peut-on dire de l'orientation de la figure de diffraction par rapport à celle d'une fente ou d'un fil ?

Q3 : Que peut-on dire de la figure de diffraction d'un fil et d'une fente de même orientation ?

Q4 : Reproduire la figure de diffraction d'un trou circulaire et celle d'une fente verticale. *cf photo.*

B Mesures de la tâche de diffraction.



Q1 : Montrer que θ peut s'exprimer en fonction de D et L , largeur de la tache de diffraction.

Q2 : En déduire une relation liant D , a , L et λ .

Q3 : A partir de cette relation et à l'aide du matériel à votre disposition, proposer un protocole permettant de retrouver la valeur de la longueur d'onde λ du laser par exploitation d'un graphique à préciser.

Après accord du professeur, mettre en œuvre ce protocole et en déduire λ .

Q4 : Déterminer l'incertitude sur D et L . En déduire l'incertitude sur λ .

Q5 : La valeur trouvée est-elle en accord avec celle indiquée par le constructeur (écart relatif à calculer) ?

C Mesure de l'épaisseur d'un cheveu.

Q1 : Proposez un protocole permettant de mesurer l'épaisseur d'un cheveu.

Réalisez ce protocole après validation par le professeur.

Q2 : Indiquer la valeur obtenue. Est-elle réaliste (recherche internet) ?

D Cas d'un laser vert.

Données

Longueur d'onde du laser rouge Ne/He : 632,8 nm.

Longueur d'onde du laser vert NdYag : 532 nm.

Q1 : Comment évolue la figure de diffraction d'une fente quand on passe du laser rouge au laser vert ?

Vérifier expérimentalement votre hypothèse.

- Q1 : A partir d'une analyse dimensionnelle, montrer que l'expression correcte de l'interfrange i est la (C).*
- Q2 : Comparer l'expression de l'interfrange à celle liant D , a , L et λ dans le cas de la diffraction (voir TP 11 diffraction) afin de ne pas les confondre.*
- Q3 : A l'aide du matériel à votre disposition, proposer un protocole permettant de vérifier l'expression de l'interfrange par exploitation d'un graphique à préciser. Préciser aussi la méthode de mesure de l'interfrange.*

Après accord de votre professeur, mettre en œuvre ce protocole.

- Q4 : Commenter les résultats donnés par la mise en œuvre du protocole.*
- Q5 : A partir du graphique obtenu à la question précédente, retrouver la valeur de la longueur d'onde du laser. Vous pouvez faire un calcul d'incertitude pour déterminer un encadrement de λ .*
- Q6 : La valeur trouvée est-elle en accord avec celle indiquée par le constructeur ?*