

SUJET II – DIFFRACTION DES ONDES LUMINEUSES

La diffraction concerne toutes les ondes mais elle ne dépend pas uniquement de la nature de l'onde : le phénomène dépend du rapport entre la taille de l'obstacle rencontré par l'onde et la longueur d'onde. La diffraction est d'autant plus prononcée que l'obstacle est petite : cela en fait une méthode d'exploration de la matière à l'échelle atomique.

Le but de ce sujet est d'évaluer l'influence de plusieurs paramètres (longueur d'onde, taille de l'obstacle) sur le phénomène de diffraction, puis d'utiliser la diffraction pour mesurer la taille d'un très petit objet.

Document 1 : angle de diffraction et incertitudes	Document 2 : matériel
<p>La demi-ouverture angulaire θ (exprimée en radians) de la tache centrale de diffraction par une fente fine de largeur a éclairée en lumière monochromatique de longueur d'onde λ vérifie : $\theta = \frac{\lambda}{a}$. cette relation est identique lorsque l'objet diffractant n'est pas une fente mais un fil de diamètre a.</p> <p>Lorsqu'une grandeur e est reliée à des grandeurs b et c, dont les incertitudes absolues sont connues, par la relation $e = \frac{b}{c}$ ou $e = bc$, l'incertitude relative sur e s'obtient par la relation $\frac{\Delta e}{e} = \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}$.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Une ou plusieurs sources laser de longueur d'onde connue.• Des fentes calibrées de plusieurs largeurs connues.• Un banc d'optique de 2 mètres ou un mètre-ruban.• Des supports d'optiques.• Un écran blanc.• Un cheveu.

Travail demandé :

- 1) Proposer un protocole expérimental, utilisant un laser et plusieurs fentes diffractantes, permettant de mesurer sur un écran la largeur de la tache centrale de diffraction de manière à calculer la demi-ouverture angulaire de cette tache, puis à vérifier la relation entre cet angle et la largeur de la fente. Ce protocole devra comporter un schéma définissant les grandeurs mesurées.
Proposer ensuite un protocole expérimental visant à connaître l'épaisseur d'un cheveu.
 - Appeler le professeur.
- 2) Réaliser le protocole proposé.
 - Appeler le professeur.
- 3) En utilisant le document 1, présenter vos conclusions concernant la dépendance de la demi-ouverture angulaire de la tache centrale de diffraction en fonction de la largeur de la fente. Donner aussi la valeur du diamètre du cheveu en précisant l'incertitude associée.

1)

Diffraction par une fente

-  Faire un schéma définissant la largeur de la fente, la distance entre la fente et l'écran, la largeur de la tache centrale sur l'écran et la demi-ouverture angulaire de cette tache.
-  Pour chaque fente, mesurer ces grandeurs puis les consigner dans un tableau.
-  Tracer la courbe représentant la demi-ouverture angulaire en fonction de l'inverse de la largeur de la fente.

Mesurer l'épaisseur d'un cheveu

-  Faire la mesure précédente, en remplaçant la fente par un cheveu.
-  Placer la demi-ouverture mesurée sur la courbe précédente.

2) Le professeur devra vérifier que l'écran n'est pas trop proche de la fente (sinon la tache centrale sera trop petite), que le laser est en incidence normale sur la fente (sinon la largeur « utile » n'est pas celle de la fente) et que l'écran est également perpendiculaire à la direction incidente. Vérifier enfin que l'élève ne prévoit pas de placer son œil devant le faisceau pour effectuer les mesures. Le professeur devra aussi s'assurer que les axes ont une échelle correcte pour tracer la courbe.

3) Si la courbe tracée est une droite passant par l'origine, alors la demi-ouverture angulaire q est bien inversement proportionnelle à la largeur de la fente a .

La relation étant $\theta = \frac{\lambda}{a}$, l'incertitude relative est $\frac{\Delta\theta}{\theta} = \frac{\Delta a}{a}$ si la longueur d'onde du laser est parfaitement connue. Ceci permet de donner l'incertitude sur la mesure de la largeur du cheveu.