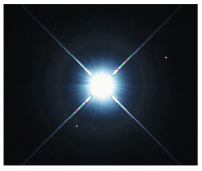
C01 – TP 1 : La diffraction

AVANT DE COMMENCER LE TP : Créer un dossier personnel sur le réseau pour chaque élève du binôme intitulé : **Physique Chimie T^{ale} spé**

CONTEXTE DE LA SITUATION

Lorsque l'on regarde certaines photographes astronomiques, on peut s'étonner de constater que les astres possèdent des « branches » leur donnant l'aspect … d'une étoile !

Ci-dessous, deux photographies de l'étoile Sirius prises avec deux télescopes différents. Sur la photographie de gauche, Sirius comporte quatre branches, alors qu'elle en compte six sur celle de droite.

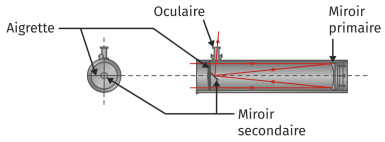


Le but de cette séance est de comprendre ce phénomène, puis de l'utiliser pour mesurer l'épaisseur d'un cheveu.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

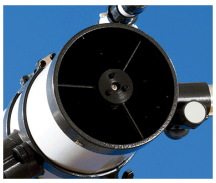
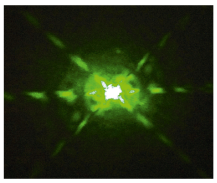
L'araignée d'un télescope

Certains télescopes sont constitués d'un miroir secondaire situé à l'entrée du télescope. Celui-ci est maintenu par des « bras » appelés aigrettes. L'ensemble {aigrettes + miroir} constitue ce que l'on appelle une araignée.



Le nombre de bras de l'araignée d'un télescope peut varier d'un modèle à l'autre. Les images ci-dessous montrent les trois types d'araignée les plus rencontrées.

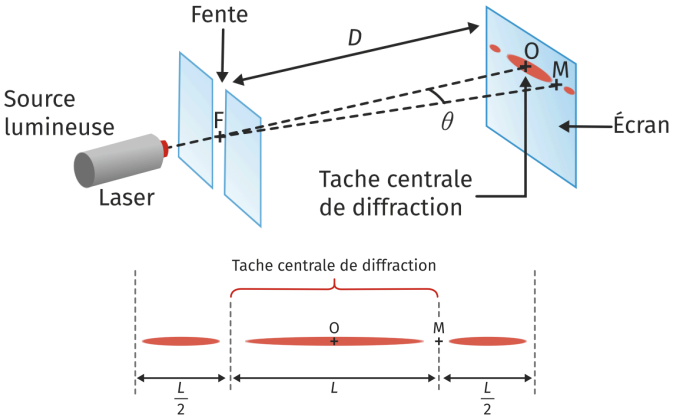
Les deux photographies suivantes montrent une reproduction de l'araignée à trois bras d'un télescope (à gauche) et la figure de diffraction obtenue (à droite).

Dispositif expérimental de mise en évidence du phénomène

Le faisceau d'une diode laser est dirigé vers un écran. Une fente verticale est placée sur le trajet du faisceau laser à une distance D de l'écran.

On dispose sur la paillasse de plusieurs fentes de dimensions connues, que l'on notera a.



Données utiles

- Pour un obstacle de largeur a (en m), éclairé par une source monochromatique de longueur d'onde λ (en m), θ (en rad) est donné par la relation : $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué (et la figure plus étalée) que la fente aura une dimension proche de la longueur d'onde du laser utilisé.
- L'incertitude u(x) obtenue pour la mesure d'une grandeur x à l'aide d'un instrument de mesure de plus petite graduation r est égale à r.
- L'incertitude-type $u(\lambda)$ sur la mesure de λ se calcule à l'aide de la relation :

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

<u>TRAVAIL À EFFECTUER</u>

1. Choix du montage expérimental (à faire à la maison)

1.1. Deux émetteurs laser sont disponibles : un rouge et un vert. En justifiant la réponse, indiquer l'émetteur laser qu'il convient d'utiliser pour obtenir une tache centrale la plus grande possible.

1.2. Plusieurs distances D sont possibles pour l'étude de la diffraction : 0,50 m, 1,00 m ou 1,50 m. En justifiant la réponse, indiquer la distance D qu'il convient de choisir pour obtenir une tache centrale la plus grande possible.

1.3. À partir du montage expérimental, trouver la relation entre l'écart angulaire θ, la largeur L de la tache centrale et la distance D entre le fil et l'écran

1.4. On considère que l'angle θ est petit. Dans ce cas, on peut écrire tan(θ) ≈ θ. En déduire une relation entre la longueur d'onde λ, la largeur a de la fente, la largeur L de la tache centrale et la distance D entre la fente et l'écran

ATTENTION !! La diode laser émet un rayonnement intense qui peut être dangereux : **Ne pas diriger le rayon laser directement dans les yeux**. Orienter les diodes dans une direction où il n'y a pas d'élève ni de surface métallique (pour éviter la réflexion du faisceau)

2. Étude du phénomène de diffraction

2.1. Mise en œuvre du dispositif expérimental

- Réaliser le montage expérimental avec les réglages choisis dans la partie **1.**

- Observer la figure de diffraction.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter la figure obtenue ou en cas de difficulté	

- Remplacer la fente verticale par une fente horizontale. Comment est modifiée la figure de diffraction ?

2.2. Justifier la forme de la figure de diffraction obtenue avec une araignée à trois branches.
2.3. Dessiner la figure de diffraction obtenue pour l'utilisation de chaque araignée.

2.4. Mesure de la largeur de la tache centrale

- Mesurer L obtenue avec le maximum de précision. (Pour augmenter la précision de la mesure, il faut en fait mesurer 2 L avec les deux taches secondaires et la tache centrale).
- Évaluer l'incertitude u(L) sur votre mesure.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. Utilisation quantitative de la diffraction

3.1. Refaire la mesure de la question 2.4. pour différentes largeurs de fentes et compléter le tableau ci-dessous :

a ( )						
L ( )						

3.2. Exploitation des résultats.

D'après la question **1.**, on voit que L est proportionnel à $\frac{1}{a}$.

- À l'aide du logiciel *LatisPro*, tracer le graphique représentant la largeur L de la tache centrale en fonction de $\frac{1}{a}$. (On pourra créer la nouvelle grandeur *inva* = $\frac{1}{a}$ dans l'onglet Calcul).
- À l'aide des fonctionnalités du logiciel *LatisPro*, modéliser la répartition des points expérimentaux par une courbe de tendance adaptée.
- Noter l'équation de la courbe modélisée.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté	

4.Applications de la diffraction

4.1. Retrouver la longueur d'onde du laser.

- D'après la question 1.4., donner l'expression et l'unité du coefficient de proportionnalité de la droite tracée.
- Connaissant la valeur du coefficient de proportionnalité, en déduire la valeur de la longueur d'onde du laser utilisé.
- Calculer l'incertitude u(λ) en considérant u(L) constant (voir question 2.4.) et u(D) = 1 cm.
- Calculer le z-score par rapport à l'indication du laser. Les résultats sont-ils compatibles ?

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté	

4.2. Déterminer l'épaisseur d'un cheveu

- Sans modifier le montage expérimental, mesurer la largeur de la tache centrale de la figure de diffraction d'un cheveu.
- Reporter la valeur sur la courbe et en déduire l'épaisseur du cheveu.

APPEL n°4		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté	

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.