

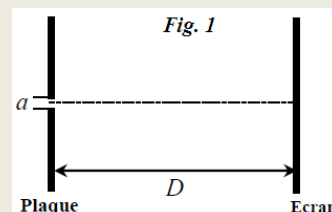
# Série 1 : Propagation d'une onde lumineuse



## EXERCICE 1 :

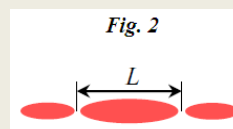
Pour mesurer le diamètre d'un fil très fin, on réalise les deux expériences suivantes :

**I - Première expérience :** On éclaire une plaque (P) contenant une fente rectiligne de largeur  $a_1$  avec une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  provenant d'une source laser, et on met un écran E à la distance  $D = 1,60$  m de la fente (figure 1), on observe ensuite sur l'écran un ensemble de taches lumineuses tel que la largeur de la tache centrales est  $L_1 = 4,8$  cm.



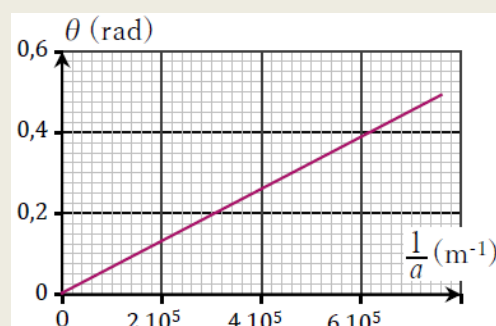
1. Recopier la figure 1 et compléter la marche des rayons lumineux provenant de la fente, et donner le nom du phénomène mis en évidence par la figure 2 sur l'écran E.

2. Citer la condition que doit satisfaire la largeur  $a$  de la fente pour que ce phénomène ait lieu.



3. Donner l'expression de l'écart angulaire  $\theta$  entre le milieu de la tache centrales et une de ses extrémités en fonction de  $L_1$  et  $D$ .

4. La figure 3 représente les variations de  $\theta$  en fonction de  $1/a$ .



4-1. Comment varie la largeur de la tâche centrale avec la variation de  $a$  ?

4-2. Déterminer graphiquement  $\lambda$  et calculer  $a_1$ .

**II - Deuxième expérience :** On enlève la plaque (P) et on met à sa place exacte un fil très fin de diamètre  $d$  fixé sur un support, et on obtient sur l'écran une figure identique à celle de la figure 2 avec la largeur  $L_2 = 2,5$  cm, déterminer  $d$ .

## EXERCICE 2

Un prisme de verre d'indice  $n$ , a pour section droite un triangle d'angle au sommet  $A=60^\circ$ .

1. En prenant l'indice de l'air égal à 1 et celui du verre à  $n$ , rappeler les relations entre  $i$  et  $r$  d'une part et  $i'$  et  $r'$  d'autre part.

2. Le verre constituant le prisme est un milieu dispersif.

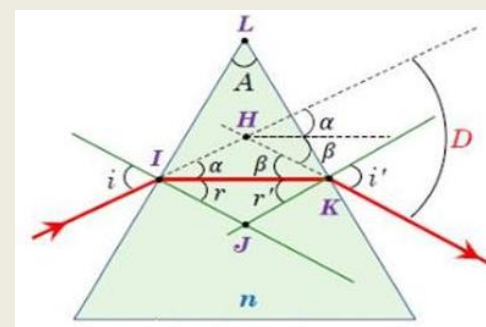
2.1 Donner la définition du phénomène de dispersion

2.2 Dans le prisme, la longueur d'onde d'une radiation donnée est-elle différente de sa longueur d'onde dans l'air ?

2.3 Quelle est la grandeur qui se conserve ?

3. Un rayon lumineux d'une longueur d'onde dans le vide  $\lambda_1=435,9$  nm arrive de l'air sur la surface du prisme d'indice  $n_1= 1,668$ .

L'angle d'incidence est  $i = 56,0^\circ$ . Calculer les valeurs des angles  $r, r', i'$  et  $D_1$ .



4. Un rayon lumineux composé de trois radiations de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_1=435,9$  nm,  $\lambda_2=546,1$  nm,  $\lambda_3=646$  nm arrive de l'air sur la surface du prisme constitué d'un verre dont les indices sont respectivement  $n_1= 1,668$ ,  $n_2= 1,654$ ,  $n_3=1,640$ . L'angle d'incidence est  $i = 56,0^\circ$ .

4.1 Quelle est la couleur de chacune de ces trois radiations ?

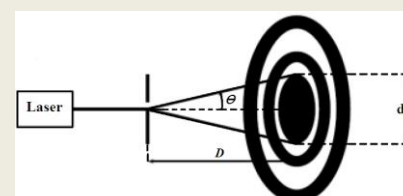
4.2 Calculer les déviations  $D_2$  et  $D_3$ .

4.3 Indiquer sur un schéma quelle est la radiation la plus déviée et quelle est la moins déviée.

4.4 Calculer l'écart angulaire  $\alpha$  entre la radiation la plus déviée et la moins déviée.

## EXERCICE 3

Au cours d'une expérience de diffraction de la lumière monochromatique d'un laser traversant un trou de diamètre  $a$ . L'écran est situé à la distance  $D = 2,2$  m du trou.



1. Décrire le phénomène de diffraction observé sur l'écran pour une petite ouverture.
2. On admet que le demi-diamètre  $\theta$  de la tache centrale pour une ouverture circulaire de diamètre  $a$  est de la forme :  $\theta = 1,22 \lambda / a$   
 ► 1,22 étant un coefficient de correction lié à la forme circulaire de l'ouverture. Déterminer une relation entre  $D$ ,  $d$  et  $\theta$ , tel que  $d$  est le diamètre du trou.

#### EXERCICE 4

On envoie la lumière d'un laser de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 400 \text{ nm}$  sur une fente de largeur  $a$ . on observe sur un écran situé à  $D = 2,5 \text{ m}$  de la fente plusieurs taches, au centre il y a une tache centrale de longueur  $L = 10 \text{ cm}$ .

1.1- Quelle est la couleur de la lumière émise par le laser ? Donner ses caractéristiques.

1.2- Calculer  $a$  la largeur de la fente.

2- On envoie sur la même fente une lumière polychromatique formée de deux lumières monochromatique le rouge et la violette de longueur d'onde respectives  $\lambda_R = 800 \text{ nm}$  et  $\lambda_V = 400 \text{ nm}$ .

2.1- établir l'expression de  $L$  la longueur de la tache centrale en fonction de  $D$ ,  $a$  et  $\lambda$ .

2.2- Calculer le rapport  $\frac{L_R}{L_V}$ .

2.3- Décrire ce qu'on peut observer sur l'écran.

3- On remplace la fente par un fil d'araignée de diamètre  $d$  en gardant la même distance  $D$ . On éclaire successivement ce fil par plusieurs radiations monochromatiques et on mesure pour chaque cas  $L$  la longueur de la tache centrale. On trace la courbe  $L = f(\lambda)$  schématisée ci-contre.

3.1- Donner l'équation mathématique de la courbe.

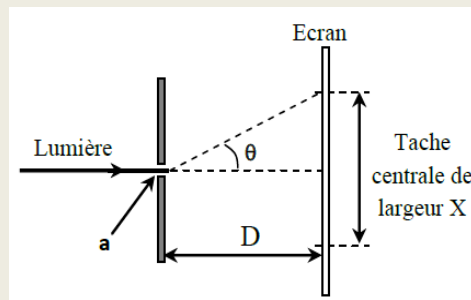
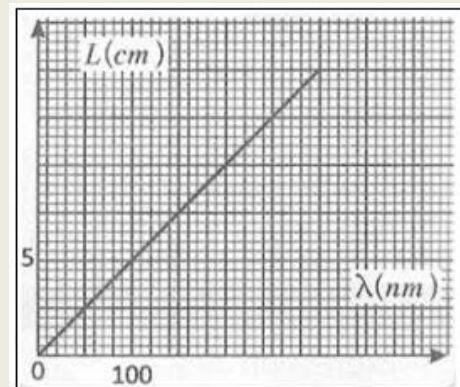
3.2- En déduire  $d$  le diamètre du fil.

#### EXERCICE 5 :

On considère  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  la célérité d'une onde lumineuse dans l'air.

Le schéma de la figure suivante représente un montage expérimental pour l'étude de la diffraction de la lumière.

Une fente de largeur  $a$  est éclairée avec une lumière laser rouge, de longueur d'onde  $\lambda_1 = 632,8 \text{ nm}$ , puis par une lumière jaune, d'une lampe à mercure, de longueur d'onde  $\lambda_2$  inconnue. Sur un écran situé à la distance  $D$  de la fente, on visualise successivement les figures de diffraction obtenues. En lumière rouge, la tache centrale a une largeur  $X_1 = 6,0 \text{ cm}$  et en lumière jaune une largeur  $X_2 = 5,4 \text{ cm}$ .



1. Donner le nombre d'affirmations fausses parmi les affirmations suivantes :

- a. L'expérience décrite sur la figure met en évidence le phénomène de la dispersion de la Lumière.
- b. Si une onde de longueur d'onde  $\lambda$  passe à travers une fente de largeur  $a = \frac{\lambda}{2}$  dans un même milieu, alors sa célérité change
- c. Si une onde de longueur d'onde  $\lambda$  passe à travers une fente de largeur  $a = \frac{\lambda}{2}$  dans un même milieu, alors sa longueur d'onde est divisée par 2.
- d. Dans un milieu dispersif, si la longueur d'onde diminue, alors la célérité du signal augmente.

2. On se limite dans le cas de faibles écarts angulaires où  $\tan \theta \approx \theta$  avec  $\theta$  exprimé en radian.

2.1. Donner l'expression permettant de déterminer l'angle  $\theta$  en utilisant exclusivement les grandeurs présentes sur la figure.

2.2. Montrer que le rapport  $\frac{\lambda}{X}$  est constant pour un dispositif expérimental donné et déduire la longueur d'onde  $\lambda_2$ .

3. Si on réalise la même expérience en utilisant une lumière blanche, on observe une tâche centrale blanche et des tâches latérales irisées. Interpréter l'aspect de la figure observée.

4. Calculer la longueur d'onde de la lumière rouge du laser utilisé lorsqu'elle se propage dans un milieu d'indice  $n = 1,5$  ainsi que sa vitesse de propagation dans ce milieu.