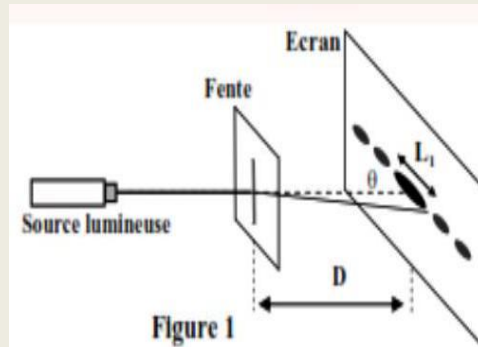


## Série 3 : Propagation d'une onde lumineuse

### Exercice 1 : Détermination du diamètre d'un fil fin

Lorsque la lumière rencontre un obstacle, elle ne se propage plus en ligne droite, il se produit le phénomène de diffraction. Ce phénomène peut être utilisé pour déterminer le diamètre d'un fil très fin.

- La célérité de la lumière dans l'air est  $C = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- L'écart angulaire  $\theta$  entre le centre de la tache centrale et la 1ère extinction lors de la diffraction par une fente ou par un fil est exprimé par la relation  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  dont  $\lambda$  est la longueur d'onde et  $a$  la largeur de la fente ou le diamètre du fil.



#### 1. Diffraction de la lumière :

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'une lumière monochromatique de fréquence  $\nu = 4,44 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . On place à quelques centimètres de la source lumineuse une fente verticale de largeur  $a$ . La figure de diffraction est observée sur un écran vertical placé à une distance  $D = 50,0 \text{ cm}$  de la fente. La figure de diffraction est constituée d'une série de taches situées sur une perpendiculaire à la fente, figure (1). La tache centrale est plus éclairée et plus large que les autres, sa largeur est  $L_1 = 6,70 \times 10^{-1} \text{ cm}$ .

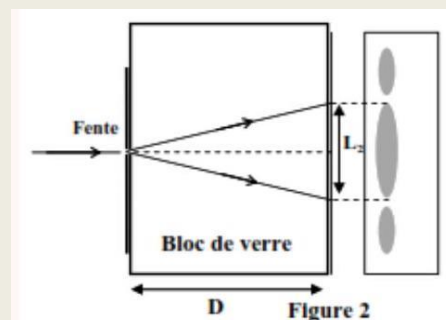
1.1. Quel est la nature de la lumière que montre cette expérience ?

1.2. Trouver l'expression de  $a$  en fonction de  $L_1$ ,  $D$ ,  $\nu$  et  $c$ . Calculer  $a$ .

2. On place entre la fente et l'écran un bloc de verre de forme parallélépipédique comme l'indique la figure (2). L'indice de réfraction du verre pour la lumière monochromatique utilisée est  $n = 1,61$ .

On observe sur l'écran que la largeur de la tache lumineuse centrale prend une valeur  $L_2$ .

Trouver l'expression de  $L_2$  en fonction de  $L_1$  et  $n$ .



#### 3. Détermination du diamètre du fil de la toile d'araignée :

On garde la source lumineuse et l'écran à leur place. On enlève le bloc de verre et on remplace la fente par un fil rectiligne vertical de la toile d'araignée. On mesure la largeur de la tache centrale sur l'écran, on trouve alors  $L_3 = 1,00 \text{ cm}$ . Déterminer le diamètre du fil de toile d'araignée.

### Exercice 2 : Détermination de la longueur d'onde d'un rayon lumineux

Le milieu de propagation des ondes lumineuses est caractérisé par l'indice de réfraction  $n = \frac{c}{v}$  pour une fréquence donnée, dont  $C$  est la vitesse de propagation de la lumière dans le vide ou dans l'air et  $V$  la vitesse de propagation de la lumière monochromatique dans ce milieu.

L'objectif de cet exercice est d'étudier la propagation de deux rayons lumineux monochromatiques de fréquences différentes dans un milieu dispersif.

1. **Détermination de la longueur d'onde  $\lambda$  d'une lumière monochromatique dans l'air :** On réalise l'expérience de diffraction en utilisant une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  dans l'air.

On place à quelques centimètres de la source lumineuse une plaque opaque dans laquelle se trouve une fente horizontale de largeur  $a = 1,00 \text{ mm}$  (figure 1).

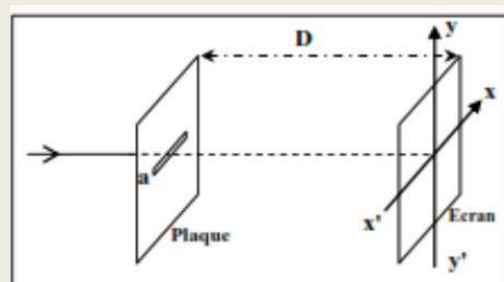
On observe sur un écran vertical placé à  $D = 1,00 \text{ m}$  de la fente des taches lumineuses. La largeur de la tâche centrale est  $L = 1,40 \text{ mm}$ .

1.1. Choisir la réponse juste :

La figure de diffraction observée sur l'écran est :

- a) Suivant l'axe  $x'x$ ;  
b) Suivant l'axe  $y'y$ .

1.2. Trouver l'expression de  $\lambda$  en fonction de  $a$ ,  $L$ , et  $D$ . calculer  $\lambda$ .



## 2. Détermination de la longueur d'onde d'une lumière monochromatique dans le verre transparent.

Un rayon lumineux ( $R_1$ ) monochromatique de fréquence  $\nu_1 = 3,80 \times 10^{14}$  Hz arrive sur la face plane d'un demi-cylindre en verre transparent au point d'incidence I sous un angle d'incidence  $i = 60^\circ$ . Le rayon ( $R_1$ ) se réfracte au point I et arrive à l'écran vertical au point A (figure 2).

On fait maintenant arriver un rayon lumineux monochromatique ( $R_2$ ) de fréquence  $\nu_2 = 7,50 \times 10^{14}$  Hz sur la face plane du demi-cylindre sous le même angle d'incidence  $i = 60^\circ$ .

On constate que le rayon ( $R_2$ ) se réfracte aussi au point I mais il arrive à l'écran vertical en un autre point B de tel sorte que l'angle entre les deux rayons réfractés est  $\alpha = 0,563^\circ$ .

Données :

- L'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence  $\nu_1$  est  $n_1 = 1,626$ .
  - L'indice de réfraction de l'air est 1,00.
  - $c = 3,00 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.
3. Montrer que la valeur de l'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence  $\nu_2$  est  $n_2 = 1,652$ .
  4. Trouver l'expression de la longueur d'onde  $\lambda_2$  du rayon lumineux de fréquence  $\nu_2$  dans le verre, en fonction de  $c$ ,  $n_2$  et  $\nu_2$ . Calculer  $\lambda_2$ .

### Exercice 3 :

Le verre d'un prisme a un indice  $n = 1,62$  pour une radiation lumineuse rouge. Le rayon incident arrive depuis l'air en I et fait, après réfraction, un angle  $r = 30^\circ$  avec la normale.

1 - Quelle est la vitesse de la radiation rouge dans le verre ?

2- Combien de temps cette radiation rouge met-elle pour traverser 10 cm de ce verre ?

2. Ecrire la 2ème loi de Snell-Descartes, au point I, liant l'angle d'incidence (noté  $i$ ) et l'angle de réfraction (noté  $r$ ).

3. En déduire la valeur de l'angle d'incidence au point I.

4. Sur la figure donnée ci-contre, tracez le rayon incident au point I.

Célérité de la lumière dans le vide  $C = 3.10^8$  m/s

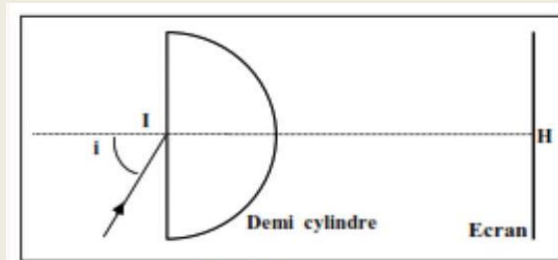


Figure2

