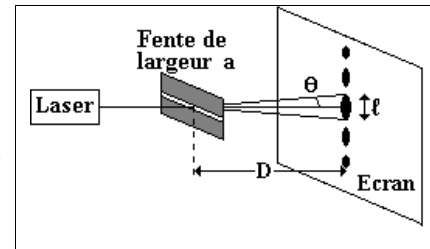


**Exercice 1 :** Un laser de longueur d'onde  $\lambda$  éclaire une fente de largeur  $a$ . Sur un écran (E) placé à une distance  $D$  de la fente on obtient une figure constituant des taches lumineuses.



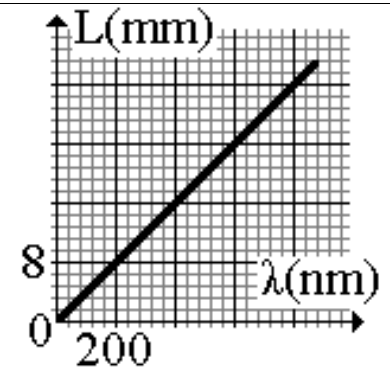
1- 1-1- Préciser le nom du phénomène observé.

1-2- Quelle est l'aspect de la lumière mis en évidence par cette expérience?

2- L'angle  $\theta$  représente l'écart angulaire entre le centre de la tache centrale et la première extinction.

Etablir l'expression de  $L$  en fonction de  $\lambda$ ,  $D$  et  $a$ .

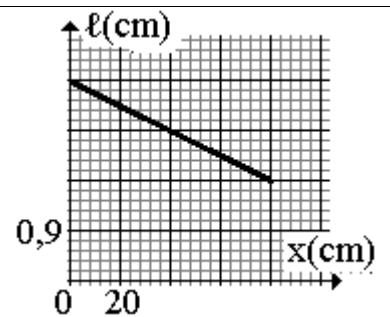
3- Pour une distance  $D=2m$ , on fait varier la longueur d'onde  $\lambda$  et on mesure à chaque fois la largeur de la tache centrale correspondante, les résultats de l'expérience ont permis de tracer la courbe  $L = f(\lambda)$  ci-contre.



3-1- Déterminer la valeur de la largeur  $a$  de la fente utilisée.

3-2- On souhaite obtenir une tache centrale plus grande, doit-on éclairer la fente par une radiation jaune ou violette? justifier

4- Maintenant on éclaire la même fente de largeur  $a$  par une radiation rouge de longueur d'onde  $\lambda = 750nm$ . La distance entre la fente et l'écran est  $D$ . la largeur de la tache centrale est  $\ell_0$ .



On fait varier la distance entre la fente et l'écran en rapprochant l'écran par une distance  $x$ . La courbe ci-contre représente les variations de  $\ell$  la largeur de la tache centrale en fonction de  $x$ .

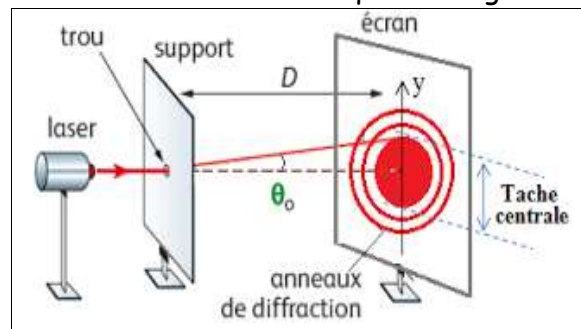
4-1- En utilisant le graphe, déterminer la valeur de  $D$  et celle de  $a$ .

4-2- Exprimer  $\ell$  en fonction de  $\ell_0$ ,  $x$  et  $D$ .

5- On refait la même expérience en fixant un cheveu exactement à la place du fil et en l'éclairant par un source laser de longueur d'onde

$\lambda = 600nm$ . L'écran étant à la distance  $D=1m$  du cheveu. La mesure de la largeur de la tache centrale donne  $L'=1,2cm$ . Déterminer le diamètre  $d$  du cheveu.

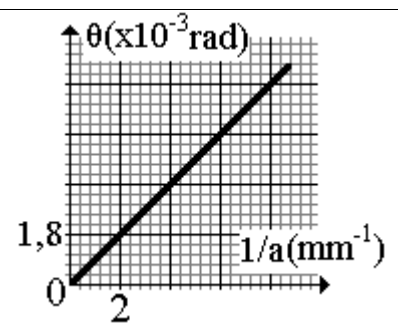
**Exercice 2 :** On réalise la diffraction d'un faisceau parallèle de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 737nm$  par un trou de diamètre  $a$  réglable, on obtient sur un écran placé à une distance  $D=2m$  du trou une tache lumineuse centrale circulaire de diamètre  $d$  entourée de cercles moins brillantes et séparées par des cercles sombres (figure 1).



L'écart angulaire dans ce cas s'écrit sous la forme:  $\theta = k \cdot \frac{\lambda}{a}$

avec  $k$  est une constante.

On fait varier le diamètre  $a$  du trou et on mesure l'écart angulaire  $\theta$ . La courbe de la figure 2 représente les variations de  $\theta$  en fonction de  $\frac{1}{a}$ .



1- Déterminer la valeur de  $k$ .

2- Etablir la relation entre  $\theta$ ,  $r$  et  $D$ .

3- Pour quelle valeur de diamètre  $a$  du trou on obtient une tache centrale de diamètre  $d'=1,2cm$ .

3- On éclaire le trou par une lumière blanche au lieu du laser.

Expliquer pourquoi le milieu de la tache centrale apparaît-il blanc ?

**Exercice 3 :** Lorsque la lumière rencontre un obstacle , elle ne se propage plus en ligne droite , il se

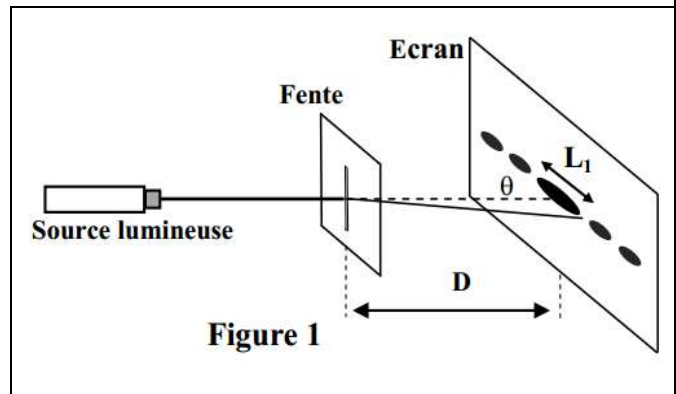
produit le phénomène de diffraction . ce phénomène peut être utilisé pour déterminer le diamètre d'un fil très fin .

**Données :**

La célérité de la lumière dans l'air est  $c=3,00.10^8\text{m.s}^{-1}$ .

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  $\theta = \frac{\lambda}{a}$



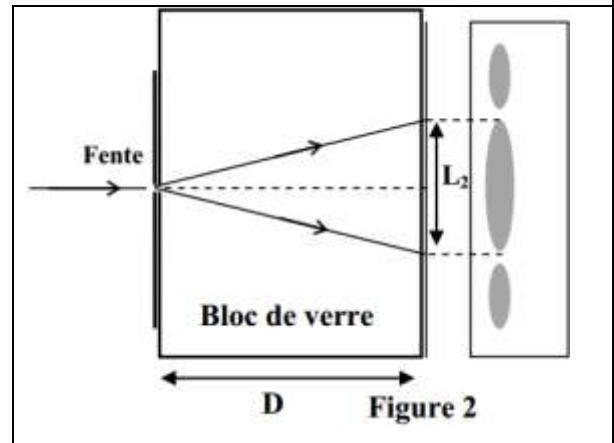
dont  $\lambda$  est la longueur d'onde et a la largeur de la fente ou le diamètre du fil .

**1- Diffraction de la lumière**

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'une lumière monochromatique de fréquence  $\nu = 4,44.10^{14}\text{Hz}$ . 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  $L_1 = 6,70.10^{-1}\text{cm}$  .



**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 .

**Exercice 4 :** L'objectif de cet exercice est d'étudier le phénomène de dispersion et celui de la diffraction.

**Données :** La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans l'air est approximativement égale à sa vitesse de propagation dans le vide  $c=3,00.10^8\text{m.s}^{-1}$ .

Couleur de la radiation	rouge(R)	violet (V)
La longueur d'onde dans l'air en ( $\mu\text{m}$ )	0,768	0,434
L'indice de réfraction du verre	1,51	1,52

**1-Dispersion de la lumière:**Un faisceau parallèle de lumière blanche arrive au point de la surface d'un demi- disque en verre; on observe sur l'écran (fig1) les sept couleurs du spectre allant du rouge (R) au violet (V)

**1-1-** Exprimer la longueur d'onde  $\lambda_R$  de la radiation rouge dans le verre en fonction de l'indice de réfraction  $n_R$  du verre et de  $\lambda_{0R}$  ( longueur d'onde dans l'air de ce rayonnement).

**1-2-** L'indice de réfraction d'un milieu transparent pour une radiation monochromatique de longueur d'onde dans l'air est modélisé par la relation :  $n = A + \frac{B}{\lambda_0^2}$  dont A et B sont des constantes qui dépendent

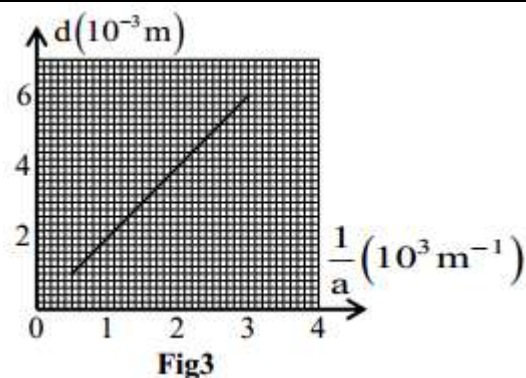
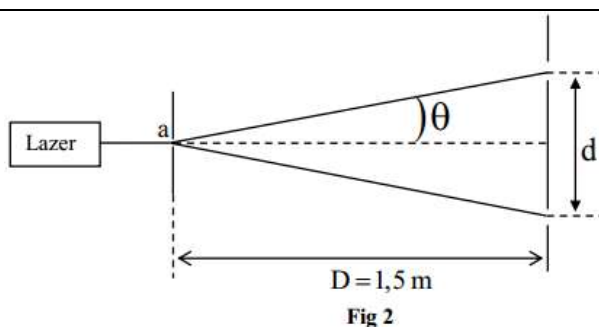
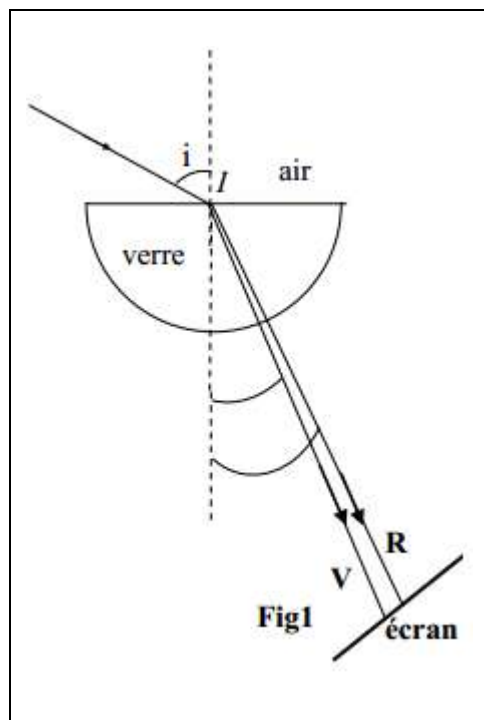
du milieu. Calculer la valeur de A et celle de B pour le verre utilisé.

**2-Diffraction de la lumière:** On réalise l'expérience de la diffraction d'une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  dans l'air émise par un dispositif laser , en utilisant une fente de largeur a comme l'indique la figure 2 . On mesure la largeur d de la tache centrale pour différentes valeurs de la largeur a

de la fente et on représente graphiquement on obtient alors la courbe  $d = f\left(\frac{1}{a}\right)$  indiquée dans la figure 3.

2-1- Trouver l'expression de  $d$  en fonction de  $\lambda$ ,  $a$  et  $D$  (sachant que  $\theta$  est petit exprimé en rad)

2-2- A l'aide de la figure 3, déterminer la valeur de  $\lambda$ .



**Exercice 5 :** Les questions de cet exercice sont indépendantes

1- Un rayon lumineux monochromatique arrive sur la première face d'un prisme d'angle au sommet  $A$  sous un angle d'incidence  $i$ . L'angle d'émergence est  $i'$  tel que  $i=i'$ .

Montrer que: 
$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

2- On envoie un faisceau de lumière blanche à la face d'entrée du prisme sous un angle d'incidence  $i=30^\circ$ . Calculer l'angle  $\alpha$  entre le rayon rouge et le rayon bleu.

On donne:  $n_R = 1,596$ ,  $n_B = 1,680$  et  $A=50^\circ$

3- Un rayon lumineux monochromatique arrive perpendiculairement sur la première face d'un prisme d'angle au sommet  $A$ .

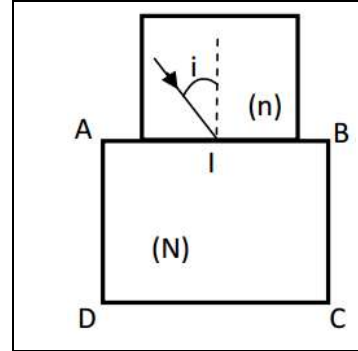
Trouver l'expression de  $n$  en fonction de  $A$  et  $D$ .

4- Un rayon lumineux monochromatique arrive sur la première face d'un prisme d'angle au sommet  $A$  sous un angle d'incidence  $i$ . L'angle d'émergence est  $i'$ .

Montrer que: 
$$\tan r = \frac{\sin(A)}{\cos(A) + \frac{\sin i}{\sin i'}}$$

**Exercice 6:** Soit un cube de verre d'indice  $N$ , sur lequel on place un échantillon d'indice  $n < N$ . En un point  $I$

de l'interface entre l'échantillon et le cube, on fait arriver un faisceau incident pouvant prendre toutes les directions possibles. Les rayons lumineux pénètrent dans le cube et on considère ceux qui sortent par la face  $BC$ .



1- Montrer qu'il faut avoir  $N \geq \sqrt{N^2 - 1}$  pour que les rayons sortent par la face  $BC$ .

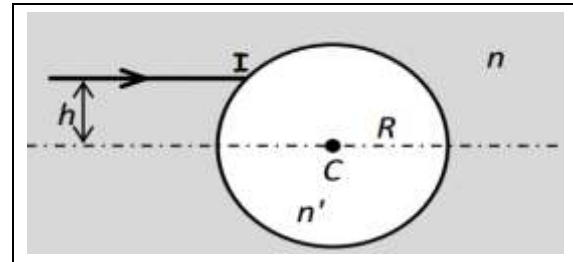
2- Pour  $i = \pi/2$ , montrer que l'angle de réfraction  $\alpha$  du rayon sortant par la face  $BC$  est donné par la relation suivante :  $\sin \alpha = \sqrt{N^2 - n^2}$

3- En mesurant  $\alpha$  d'un échantillon, on trouve  $\alpha = 45^\circ$ . Déterminer l'indice de réfraction  $n$  de cet échantillon pour  $N=1,50$ .

**Exercice 7:** Une bulle d'air sphérique ( $n'=1$ ) de rayon  $R$  est immergée (plongée) dans un liquide d'indice  $n=4/3$ .

1- Quelle est la forme du dioptre dans ce système. Tracer la normale en  $I$  et indiquer l'angle d'incidence  $i$ .

2- Calculer la valeur limite  $i_0$  de l'angle d'incidence  $i$  au-delà de laquelle il y a réflexion totale en  $I$  sur la bulle d'air pour un rayon incident parallèle à l'axe.

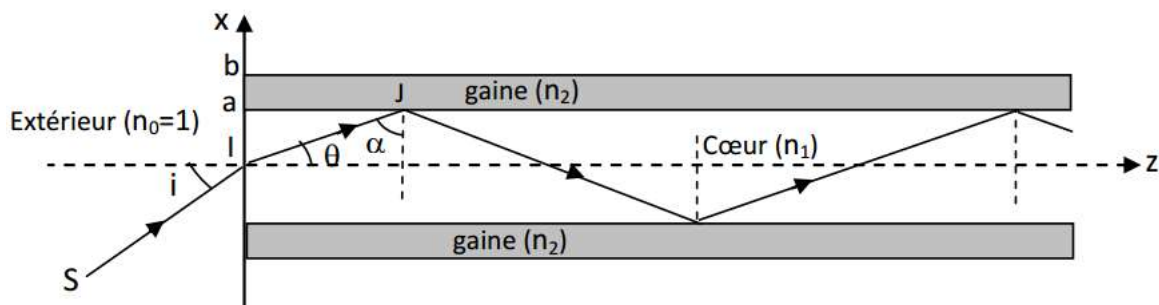


3- Quelle est alors la hauteur  $h_0$  du rayon incident par rapport à l'axe de la bulle en fonction de  $R$ .

4- Dans le cas où  $i > i_0$ , donner l'expression de la déviation angulaire  $D$  subie par le rayon incident. Faire l'application numérique pour  $i = 55^\circ$ .

5- Pour  $i < i_0$ , déterminer l'expression de  $D$  en fonction de  $i$  et  $r$  ( $r$  étant l'angle de réfraction en  $I$ ); le rayon incident subit deux réfractions et ressort de la bulle d'air. Faire l'application numérique pour  $i = 35^\circ$ .

**Exercice 8:** Une fibre optique est constituée d'un cœur cylindrique transparent en silicium de rayon  $a$  et d'indice  $n_1$ . Ce cœur est entouré par une gaine transparente en silicium dopé d'indice  $n_2$  ( $n_2$  inférieur à  $n_1$ ) et de rayon extérieur  $b$ . Un revêtement plastique protège l'ensemble. Les faces d'entrée et de sortie du cœur sont perpendiculaires au cylindre d'axe  $Oz$  formé par la fibre. L'ensemble, en particulier la face d'entrée, est en contact avec un milieu extérieur d'indice  $n_0$ . On considère un rayon  $SI$  arrivant en un point  $I$  sur la face d'entrée de la fibre et contenu dans le plan  $Oxz$ .



1- Écrire les relations liant les angles  $i$  et  $\theta$  d'une part, et les angles  $\theta$  et  $\alpha$  d'autre part.

2- L'intérêt est de conserver dans le cœur de la fibre la totalité de l'énergie transportée par le rayon lumineux.

a) Quel est le nom du phénomène qui doit se produire à l'interface cœur-gaine pour que cela soit réalisé?

b) Exprimer alors la condition entre un angle particulier  $\alpha_{lim}$  que l'on définira, en fonction de  $n_1$  et  $n_2$ .

3- Dédire des trois relations précédentes (questions 1 et 2) que le rayon lumineux reste dans le cœur de

la fibre optique si la relation  $\sin \alpha \leq \sqrt{\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_0^2}} = \sin i_M$  est vérifiée.

4- A.N. : Calculer la valeur de l'angle d'incidence maximum  $i_M$  pour lequel l'égalité de la relation de la question 3 est vérifiée. On prendra :  $n_0 = 1,000$  ;  $n_1 = 1,460$  et  $n_2 = 1,454$ .