

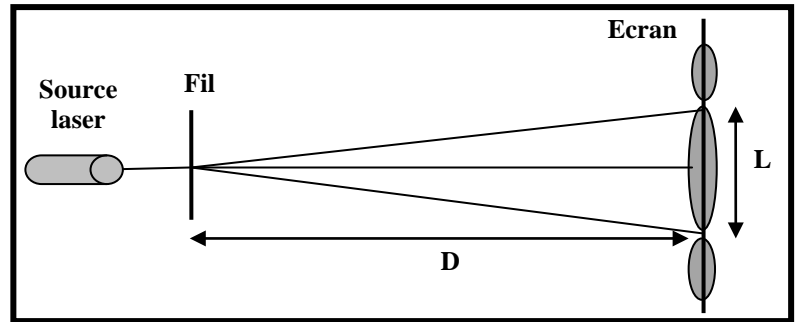
Propagation d'une onde lumineuse

Exercice 1 : Propagation d'une onde lumineuse

1^{ère} Partie : Détermination du diamètre d'un fil de pêche :

Le fil de pêche est fabriqué à partir du nylon qui supporte une grande résistance au poisson pêche, son diamètre est très petit pour ne pas être vu par les poissons.

Pour déterminer le diamètre a d'un fil de pêche, on l'éclaire à l'aide d'une source laser de longueur d'onde λ , sur un écran situé à une distance D du fil on obtient des taches lumineuses, la largeur de la tache centrale est L . (voir figure)



Les données : $\lambda=623,8\text{nm}$ - $D=3\text{m}$ - $L=7,5\text{cm}$

- 1- Donner le nom du phénomène observé sur la figure
- 2- Sachant que l'écart angulaire θ entre le milieu de la tache centrale et l'une de ces extrémités est : $\theta = \frac{\lambda}{a}$, Trouver la valeur de a en fonction de D , L et λ dans le cas où θ est petite. calculer la valeur de a .
- 3- On remplace le laser par un autre de longueur d'onde λ' et on obtient une tache centrale de largeur $L'=8\text{cm}$. Exprimer λ' en fonction de λ , L et L' , calculer λ'

2^{ème} partie : la longueur d'onde d'une onde lumineuse dans le verre :

Une source laser envoie un faisceau lumineux monochromatique sur la face d'un prisme de verre d'indice de réfraction $n=1,58$

Les données :

- La longueur d'onde du faisceau lumineux : $\lambda_0=665,4\text{nm}$
- La vitesse de propagation de la lumière dans le vide et l'air : $c=3.10^8\text{m/s}^2$

- 1- Calculer la vitesse v de propagation du faisceau lumineux dans le prisme
- 2- Trouver la valeur de la longueur d'onde λ_1 des faisceaux lumineux dans le prisme

Exercice 2 : Détermination de la longueur d'onde d'une onde lumineuse

Pour déterminer la longueur d'onde d'une onde lumineuse, les élèves ont éclairé une fente de largeur $a=5,0.10^{-5}\text{m}$ par un faisceau de lumière monochromatique. Ils ont observé des taches lumineuses sur un écran situé à la distance $D=1,5\text{m}$ de la fente (Figure 4). La mesure de la largeur de la tache centrale a donné $L=3,8\text{cm}$.

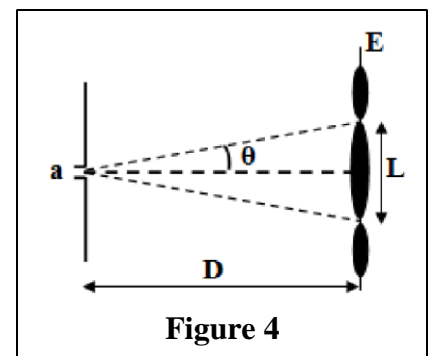


Figure 4

- 3.1. Nommer le phénomène observé durant cette expérience.
- 3.2. Établir l'expression de la longueur d'onde λ en fonction de L , D et a (On considère que $\tan\theta \approx \theta$ (rad)). Calculer λ .

Exercice 3 : Ondes lumineuses

La diffraction et la dispersion de la lumière sont deux phénomènes rencontrés dans la vie courante. Ces phénomènes permettent d'expliquer la nature de la lumière, de donner des informations sur les milieux de propagation et de déterminer certaines grandeurs caractéristiques.

Donnée : vitesse de propagation de la lumière dans le vide $c=3.10^8 m.s^{-1}$.

1- Propagation de la lumière à travers un prisme

1.1- Une lumière rouge monochromatique, de longueur d'onde dans le vide $\lambda_{OR} = 768 \text{ nm}$, arrive sur un prisme en verre. L'indice du verre pour cette radiation est $n_R=1,618$.

Pour les deux questions suivantes, recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi :

1.1.1. La fréquence ν_R de la lumière rouge est :

a	$\nu_R = 2,41.10^{14} \text{ Hz}$	b	$\nu_R = 3,91.10^{14} \text{ Hz}$	c	$\nu_R = 2,41.10^{16} \text{ Hz}$	d	$\nu_R = 4,26.10^{16} \text{ Hz}$
----------	-----------------------------------	----------	-----------------------------------	----------	-----------------------------------	----------	-----------------------------------

1.1.2. La vitesse ν_R de propagation de la lumière rouge dans le verre est :

a	$V_R = 1,20.10^8 m.s^{-1}$	b	$V_R = 1,55.10^8 m.s^{-1}$	c	$V_R = 1,85.10^8 m.s^{-1}$	d	$V_R = 1,90.10^8 m.s^{-1}$
----------	----------------------------	----------	----------------------------	----------	----------------------------	----------	----------------------------

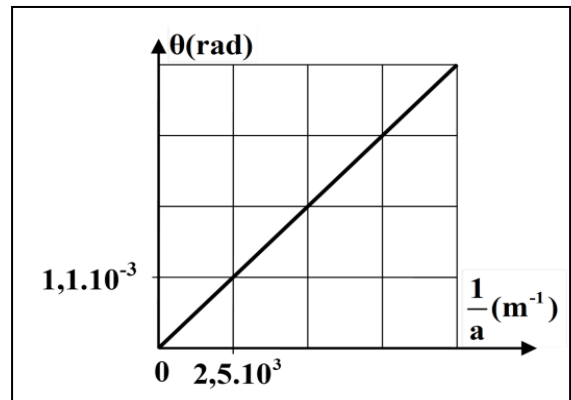
1.2- Lorsqu'une lumière violette monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_{OV} = 434 \text{ nm}$ arrive sur le même prisme, sa vitesse de propagation dans le verre est $V_V = 1,81.10^8 m.s^{-1}$.

En comparant V_R et V_V , déduire une propriété du verre.

2- Propagation de la lumière à travers une fente

On réalise la diffraction de la lumière en utilisant un laser qui donne une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans l'air. Cette lumière traverse une fente de largeur a réglable. On obtient une figure de diffraction sur un écran situé à une distance de la fente.

On mesure l'écart angulaire θ pour différentes valeurs a de la largeur de la fente. La courbe ci-contre représente les variations de θ en fonction de $\frac{1}{a}$.



Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi :

La valeur de la longueur d'onde est :

a	$\lambda = 400 \text{ nm}$	b	$\lambda = 440 \text{ nm}$	c	$\lambda = 680 \text{ nm}$	d	$\lambda = 725 \text{ nm}$
----------	----------------------------	----------	----------------------------	----------	----------------------------	----------	----------------------------

Exercice 4

Les rayons lasers sont utilisés dans plusieurs domaines, grâce à leurs propriétés optiques et énergétiques. Parmi ces utilisations, on cite la détermination des dimensions microscopiques de quelques corps.

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

1- Expérience 1 :

On éclaire une plaque (P) contenant une fente de largeur a_1 , avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ issue d'une source laser. On observe sur un écran E placé à une distance $D= 1,6 \text{ m}$ de la fente (figure 1), un ensemble de taches lumineuses dont la largeur de la tache centrale est

$L_1 = 4,8 \text{ cm}$ (figure 2).

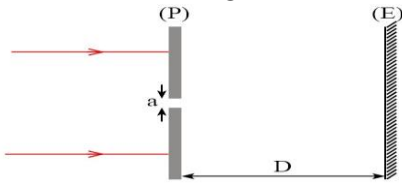


Figure 1

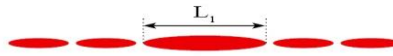
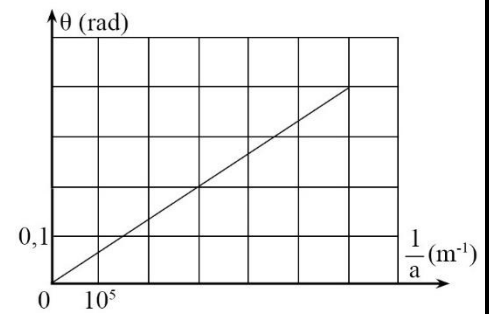


Figure 2



1.1- Ecrire l'expression de l'écart angulaire θ entre le milieu de la tache centrale et le milieu de la première extinction en fonction de L_1 et D .

1.2- La courbe de la figure 3 représente les variations de θ en fonction de $\frac{1}{a}$

1-2-1- Comment varie la largeur de la frange centrale avec a ?

1-2-2- Déterminer graphiquement λ et calculer a_1 .

2- Expérience 2 :

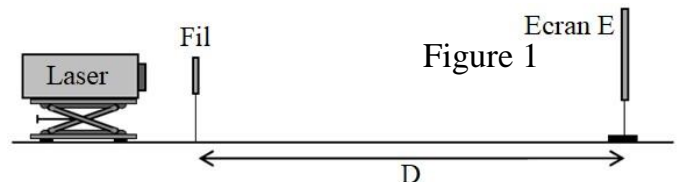
On remplace la plaque (P) par un fil fin de diamètre d , qu'on fixe à la même distance D de l'écran. On obtient une figure semblable à la figure 2, mais dont la largeur de la tache centrale est $L_2 = 2,5 \text{ cm}$. Calculer d .

Exercice 5

Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

On réalise l'expérience de la diffraction de la lumière à d'une source laser monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ . On fixe à quelques centimètres de cette source un fil fin de diamètre a une distance $D = 5,54 \text{ m}$, un écran E (Figure1).

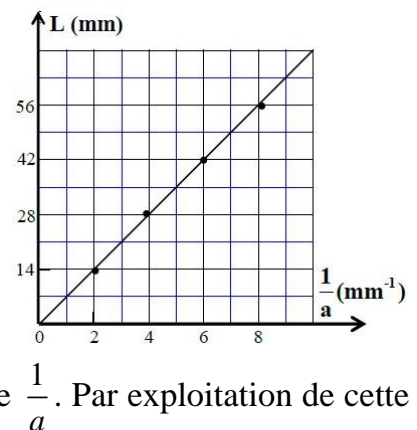
1- On éclaire le fil par la source laser, on observe sur l'écran des taches de diffraction. On désignera la largeur de la tache centrale par L .



1.1. Quelles est la nature de la lumière mise en évidence par le phénomène de diffraction ?

1.2. Exprimer la longueur d'onde λ , en fonction de D , L et a , sachant que l'expression de l'écart angulaire entre le milieu de la tache centrale et l'un de ses extrémités est : $\theta = \frac{\lambda}{a}$. (On considère θ petit)

1.3. On mesure la longueur L de la frange centrale pour différents fils fins. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de la figure 2, qui représente les variations de L en fonction de $\frac{1}{a}$. Par exploitation de cette courbe, déterminer la longueur d'onde λ .



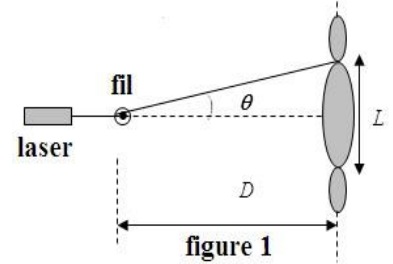
2- On refait la même expérience en fixant un cheveu exactement à la place du fil. La mesure de la largeur de la tache centrale donne : $L' = 42 \text{ mm}$. Déterminer, à l'aide de la courbe, le diamètre d du cheveu.

angulaire et celle de la tache centrale.

Exercice 6

Une lumière monochromatique dont la longueur d'onde λ émit par une source laser rencontre verticalement de fins fils verticaux dont le diamètre d est connu.

On voit l'aspect de diffraction obtenu sur un écran blanc à distance D de fil. Nous mesurons la largeur L de la tache centrale et Nous calculons l'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale et la 1^{ère} extinction pour un fil particulier. (Figure 1).



Données :

- L'écart angulaire θ petit est exprimé par radians, avec $\tan \theta \approx \theta$

- Vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

1- Donner La relation entre θ , λ et d .

2- Trouvez, à l'aide de la figure 1, la relation entre L , λ , d et D .

3- La courbe $\theta = f\left(\frac{1}{d}\right)$ est représentée sur la figure 2.

3.1. Déterminer à partir de la Courbe 2 la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée.

3.2. En déduire la fréquence ν de l'onde.

4- On met une source lumineuse blanche a la place de laser. La longueur de la lumière visible se trouve entre $\lambda_v = 400nm$ (violet) et $\lambda_R = 800nm$ (rouge).

- Déterminer la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui correspond à la valeur maximale de la largeur de la tache centrale.
- Expliquez pourquoi la couleur de centre de la tache centrale apparaît blanche.

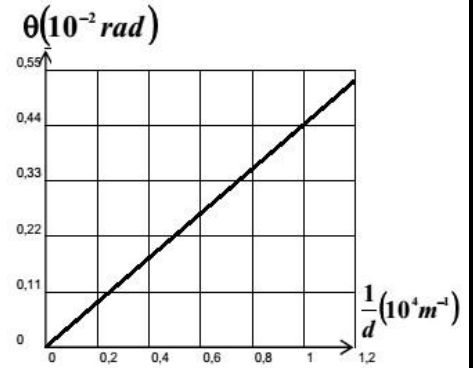


figure 2

Exercice 7

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

L'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale et la 1^{ère} extinction lors de la diffraction par une fente ou par un fil est exprimé par la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$

dont λ 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 $\nu = 4,44 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

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)

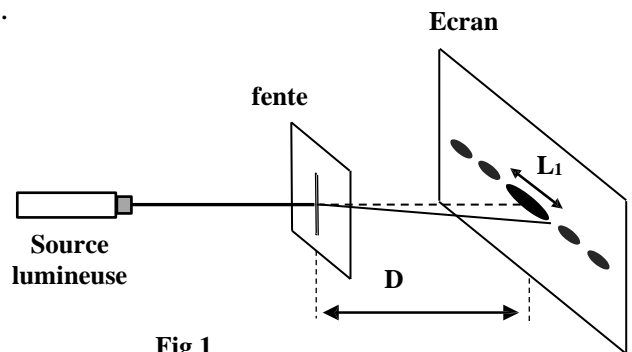


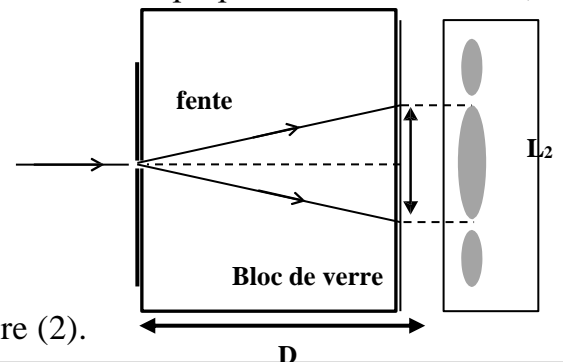
Fig 1

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 , ν 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 8

Données : La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans l'air est approximativement égale à sa vitesse de propagation dans le vide $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

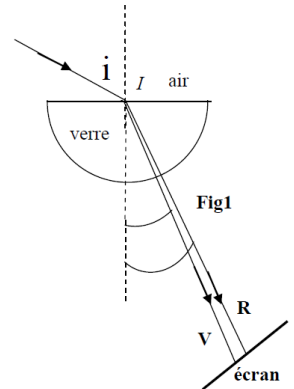
Couleur de la radiation	Rouge(R)	Violet (V)
La longueur d'onde dans l'air en (μm)	0,768	0,434
L'indice de réfraction du verre	1,51	1,52

Dispersion de la lumière :

Un faisceau parallèle de lumière blanche arrive au point I 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 λ_R de la radiation rouge dans le verre en fonction de l'indice de réfraction n_R du verre et de λ_{0R} . (longueur d'onde dans l'air de ce rayonnement).

1.2- L'indice de réfraction n d'un milieu transparent pour une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_0 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.

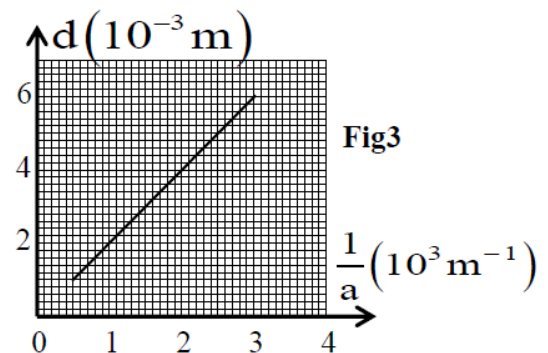
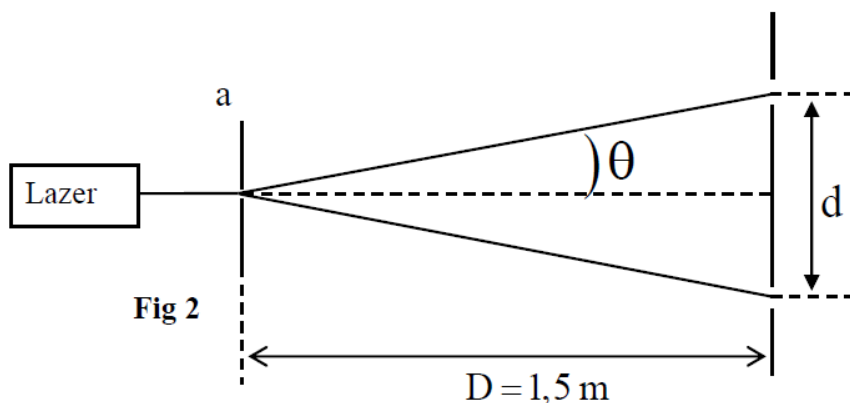


2. Diffraction de la lumière

On réalise l'expérience de la diffraction d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ 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 $d = f \left(\frac{1}{a} \right)$, on obtient alors la courbe indiquée dans la figure 3.

2.1. Trouver l'expression de d en fonction de λ , a et D .

2.2. A l'aide de la fig 3, déterminer la valeur de λ .

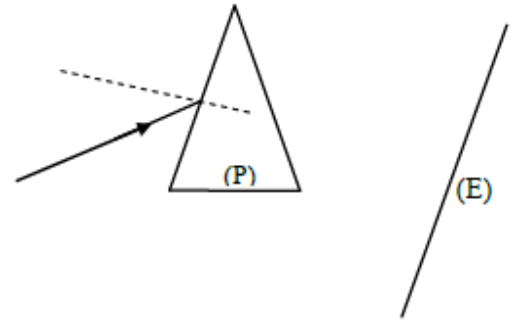


Exercice 9

- Célérité de la lumière dans l'air : $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Indice de réfraction du prisme $n = 1,61$
- $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$

1- Choisir la réponse juste parmi les propositions suivantes :

- a- La lumière a la même célérité dans tous les milieux transparents.
- b- La fréquence d'une onde lumineuse varie lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre.
- c- La longueur d'onde d'une onde lumineuse ne dépend pas de la nature du milieu de propagation.
- d- L'indice de réfraction d'un milieu transparent dépend de la longueur d'onde de la radiation monochromatique qui le traverse.
- e- Les ultrasons sont des ondes électromagnétiques.



- 2- Un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 émis de la source laser est envoyé sur l'une des faces du prisme (P) (voir figure ci-dessous).
- 2.1. Cette radiation appartient-elle au domaine du spectre visible ? justifier.
 - 2.2. Calculer la fréquence ν de cette radiation.
 - 2.3. Déterminer pour cette radiation, la vitesse de propagation et la longueur d'onde λ dans le prisme.
 - 2.4. On remplace la source laser par une source de lumière blanche. Qu'observe-t-on sur l'écran (E) après que la lumière blanche ait traversé le prisme ? Quel est le phénomène mis en évidence par cette expérience ?