

Propagation d'une onde lumineuse

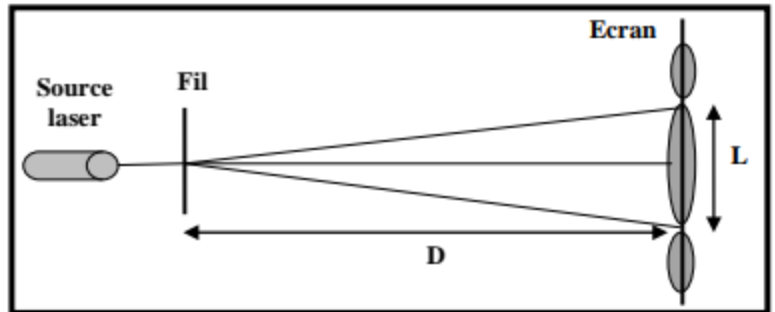
Exercice 1 : Propagation d'une onde lumineuse

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 $L=3,8\text{cm}$.

- 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 .

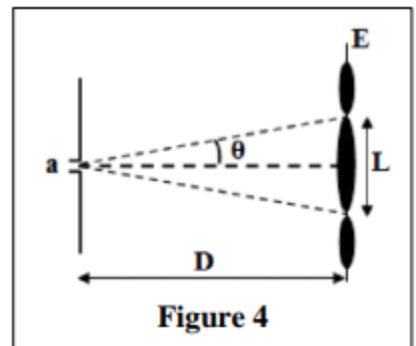


Figure 4

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 $c=3.10^8m.s^{-1}$.

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	$\nu_R = 1,20.10^8 \text{ m.s}^{-1}$	b	$\nu_R = 1,55.10^8 \text{ m.s}^{-1}$	c	$\nu_R = 1,85.10^8 \text{ m.s}^{-1}$	d	$\nu_R = 1,90.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
----------	--------------------------------------	----------	--------------------------------------	----------	--------------------------------------	----------	--------------------------------------

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 $\nu_V = 1,81.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

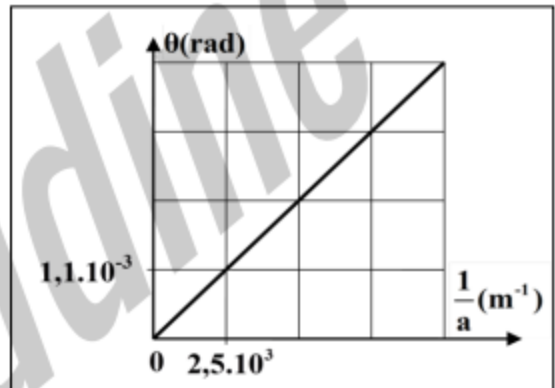
En comparant ν_R et ν_V , déduire une propriété du verre.

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 : Propagation des ondes lumineuses

On éclaire une fente verticale de largeur $a = 0,1 \text{ mm}$, à l'aide d'un laser qui donne une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. On observe sur un écran placé à la distance D de la fente, des taches lumineuses mettant en évidence le phénomène de diffraction. La largeur de la tache centrale s'exprime par : $L = \frac{2.\lambda.D}{a}$. La célérité de la lumière dans le vide (ou l'air) est $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

3.1- Déterminer la valeur de la fréquence ν de la lumière utilisée.

3.2- On refait l'expérience en utilisant un fil très fin vertical de diamètre a_0 , on obtient une tache centrale de largeur $L_0 = 2.L$. Déterminer la valeur de a_0 .

Exercice 5

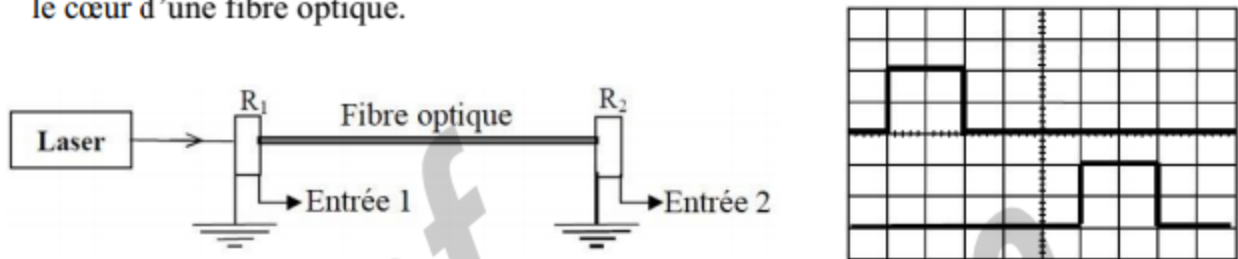
Les fibres optiques permettent la transmission d'informations numériques avec des vitesses très grandes et à haut débits en comparaison avec d'autres milieux.

Pour déterminer l'indice de réfraction du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique, on a réalisé un dispositif expérimental représenté sur la figure 1, où les récepteurs R_1 et R_2 permettent de transformer l'onde lumineuse monochromatique issue de la source laser, en tension électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope comme indiqué sur la figure 2.

Sensibilité horizontale : $S_H = 0,2 \mu\text{s}.\text{div}^{-1}$;

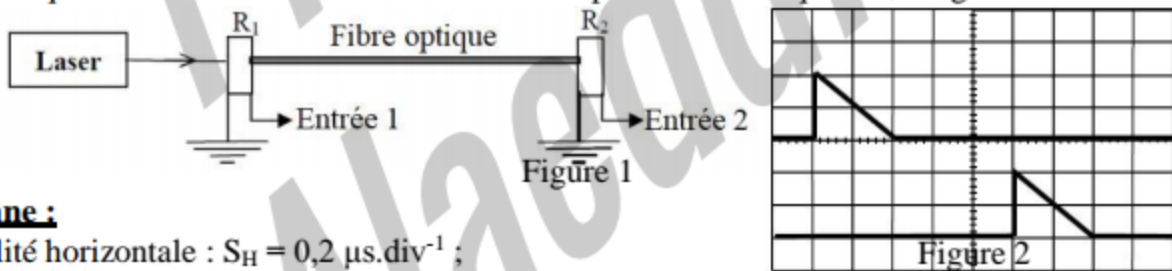
Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m}.\text{s}^{-1}$;

- 1- Calculer le retard temporel τ enregistré entre R_1 et R_2
- 2- Sachant que la célérité de propagation de l'onde lumineuse à l'intérieur du cœur de la fibre optique est $v = 1,87 \times 10^8 \text{ m}.\text{s}^{-1}$, déduire l'indice de réfraction n du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique.



Exercice 6

Pour déterminer l'indice de réfraction du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique, on a réalisé un dispositif expérimental représenté sur la figure 1, où les récepteurs R_1 et R_2 permettent de transformer l'onde lumineuse monochromatique issue de la source laser, en tension électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope comme indiqué sur la figure 2.



On donne :

Sensibilité horizontale : $S_H = 0,2 \mu\text{s}.\text{div}^{-1}$;

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

Sur l'étiquette du laser on lit, la longueur d'onde dans le vide : $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$;

Pour déterminer la vitesse d'une onde lumineuse dans une fibre optique de longueur $L = 200 \text{ m}$, on a réalisé le montage de la figure 1, où R_1 et R_2 des capteurs permettant de transformer le signal lumineux en signal électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope (Figure 1)

- 1- Par exploitation de la figure 2 :
 - 1-1- Déterminer le retard temporel τ enregistré entre R_1 et R_2 .
 - 1-2- Calculer la célérité de propagation de l'onde lumineuse à l'intérieur du cœur de la fibre optique.
 - 1-3- Déduire la valeur de l'indice de réfraction n de la matière constituant le cœur de la fibre optique.

1-4- Calculer la valeur de la longueur d'onde λ à l'intérieur du cœur de la fibre optique.

2- Le cœur de la fibre optique est un milieu transparent dont l'indice de réfraction varie avec la longueur de l'onde incidente selon la loi : $n = 1,484 + \frac{5,6 \times 10^{-15}}{\lambda^2}$

On remplace la source lumineuse par une autre source monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda'_0 = 400 \text{ nm}$, sans aucune modification dans le dispositif expérimental précédent. Trouver la valeur du retard temporel τ' observé sur l'écran de l'oscilloscope.

Exercice 7 : Propagation des ondes mécaniques et des ondes électromagnétiques

- 1- Donner le nombre d'affirmations justes parmi les affirmations suivantes :(0,5 pt)
- a- Les ultrasons sont des ondes longitudinales.
 - b- Les ultrasons sont des ondes électromagnétiques.
 - c- La fréquence d'une onde ultrasonore varie en passant de l'air à l'eau.
 - d- Si on double la fréquence d'une onde sinusoïdale dans un milieu non dispersif, alors sa vitesse de propagation est divisée par 2.
- 2- Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire à côté, parmi les quatre réponses proposées, la réponse juste sans ajouter aucune justification ni explication.

2.1- L'affirmation juste est :

- Lors de la propagation d'une onde mécanique progressive, il y a transport de la matière.
- Une onde mécanique à la surface de l'eau peut transporter un objet flottant.
- Une onde sonore se propage dans le vide.
- Lors de la diffraction d'une onde mécanique progressive périodique, sa fréquence ne change pas.

2.2- Le son émis par un haut-parleur est une onde :

• mécanique, longitudinale.	• électromagnétique, transversale.
• mécanique, transversale.	• électromagnétique, longitudinale.

3- Un faisceau laser de fréquence $f = 4,76 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ éclaire une fente verticale de largeur a . On place un écran E perpendiculairement à la direction du faisceau, à une distance $D = 1,6 \text{ m}$ de la fente. On observe une figure de diffraction dont la tache centrale a une largeur $L_1 = 8 \text{ cm}$.

On donne $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ la célérité d'une onde lumineuse dans l'air et on se limite dans le cas de faibles écarts angulaires où $\tan \theta \approx \theta$ avec θ exprimé en radian.

- 3.1- Faire le schéma du montage et de la figure de diffraction en faisant apparaître l'écart angulaire θ .
- 3.2- Trouver la valeur de la largeur a de la fente.
- 3.3- On change le faisceau laser par une source lumineuse émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$. Comment la largeur de la tache centrale de la figure de diffraction va-t-elle varier ? Justifier la réponse.

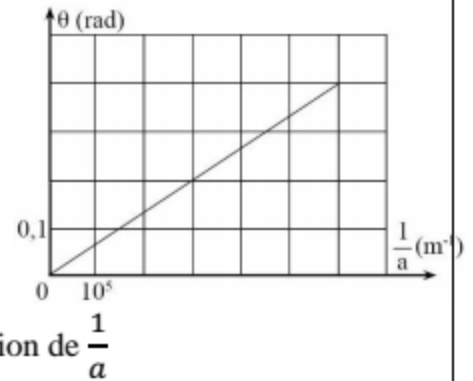
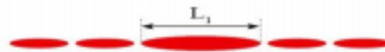
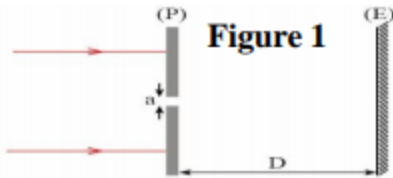
Exercice 8

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 $D = 1,6$ m de la fente (figure 1), un ensemble de taches lumineuses dont la largeur de la tache centrale est $L_1 = 4,8$ cm (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 :

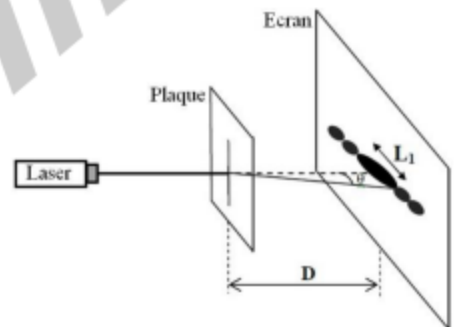
On remplace la plaque (P) par un fil fin de diamètre d , qu'on fixe à la même distance D de l'écran. On obtient une figure semblable à la figure 2, mais dont la largeur de la tache centrale est $L_2 = 2,5$ cm. Calculer d .

Exercice 9

Les rayons lasers sont utilisés dans plusieurs domaines tels que la métallurgie, l'ophtalmologie et opérations chirurgicales ... Ils sont aussi utilisés pour la détermination des dimensions microscopiques de quelques corps.

Cet exercice vise la détermination de la longueur d'onde d'une onde électromagnétique, et la détermination du diamètre d'un fil fin métallique en exploitant le phénomène de diffraction.

On envoie, à l'aide d'une source laser, un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ , sur une plaque contenant une fente verticale de largeur $a = 0,06$ mm, on observe un phénomène de diffraction sur un écran vertical situé à une distance $D = 1,5$ m de la plaque.



La mesure de la longueur de la frange centrale donne $L_1 = 3,5$ cm. (Figure ci-contre)

1- Quelle est la nature de la lumière mise en évidence par cette expérience ?

2- Exprimer λ en fonction de L_1 , D et a . calculer sa valeur.

(On considère $\tan \theta \approx \theta$ pour les petit angles)

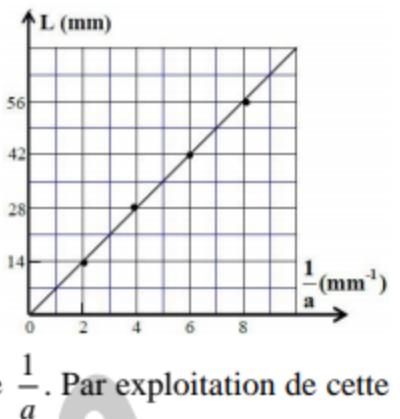
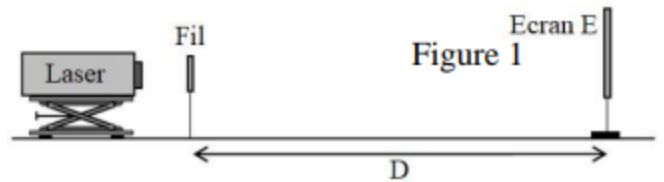
3- On remplace la plaque (P) par un fil fin de diamètre d , qu'on fixe à la même place de la plaque. On visualise sur l'écran des franges brillantes comme les précédentes, mais dont la largeur de la tache centrale est $L_2 = 2,8$ cm. Calculer d .

Exercice 10

Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8$ 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 a une distance $D = 5,54$ m, un écran E (Figure 1).

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 : $L' = 42$ mm. Déterminer, à l'aide de la courbe, le diamètre d du cheveu.

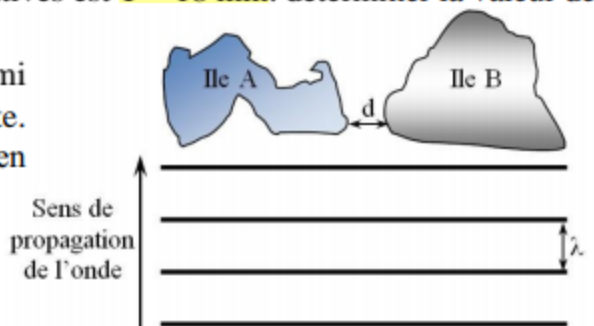
Exercice 11

On modélise un tsunami par une onde mécanique progressive périodique, se propageant à la surface de l'eau avec une vitesse v variant avec la profondeur h de l'océan selon la relation $V = \sqrt{g \cdot h}$ dans le cas des petites profondeurs comparées à la longueur d'onde ($\lambda \gg h$) où : λ est la longueur d'onde et g l'intensité de pesanteur.

On donne : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

On étudiera la propagation d'un tsunami dans une région de l'océan de profondeur supposée constante : $h = 6000$ m.

- Justifier que les ondes se propageant à la surface de l'océan sont transversales.
- Calculer la vitesse de propagation des ondes dans cette région de l'océan.
- Sachant que la durée séparant deux crêtes consécutives est $T = 18$ min, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ .
- Dans le cas ($\lambda \gg h$), la fréquence des ondes tsunami reste constante lors de sa propagation vers la côte. Comment varie la longueur d'onde λ en s'approchant de la côte ? Justifier.
- L'onde tsunami passe entre deux îles A et B séparées par un détroit de largeur $d = 100$ km. On suppose que la profondeur de l'océan aux voisinages des deux îles reste constante, et que



l'onde tsunami incidente est rectiligne de longueur d'onde $\lambda = 120 \text{ km}$. (Figure ci-contre)

- 5.1- La condition pour que l'onde soit diffractée à la traversée du détroit, est-elle réalisée. Justifier.
 5.2- Dans le cas où se produit une diffraction : Donner, en justifiant, la longueur d'onde de l'onde diffractée. Calculer l'angle de diffraction θ .

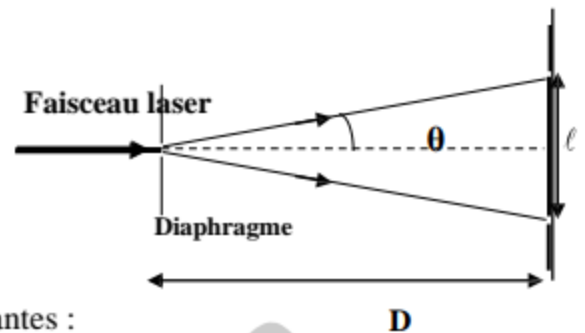
Exercice 12

On s'intéresse dans cet exercice à l'étude de certaines propriétés de la lumière rouge émise par un laser hélium-néon (He-Ne). Dans l'air, la longueur d'onde de cette lumière est 633 nm .

- Pour les petits angles : $\tan\theta \approx \theta$ où θ est exprimé en radian.

Diffraction de la lumière monochromatique émise par le laser hélium-néon (He-Ne) :

Pour déterminer la largeur a d'une fente d'un diaphragme, on utilise la lumière rouge monochromatique émise par le laser hélium-néon. Pour cela, on réalise l'expérience schématisée sur la figure 1. On éclaire la fente de largeur a par le faisceau laser et on observe des taches lumineuses sur un écran placé à une distance D de la fente. Ces taches sont séparées par des zones sombres. La largeur de la tache centrale est L .



1-1- Choisir la proposition juste parmi les affirmations suivantes :

- a- Dans le verre, la lumière se propage avec une vitesse plus grande que dans l'air.
- b- L'écart angulaire est : $2\theta = \frac{\lambda}{a}$
- c- La fréquence de la lumière émise par le laser hélium-néon est $4,739 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- d- L'écart angulaire est plus grand si on remplace la lumière rouge par une lumière violette.

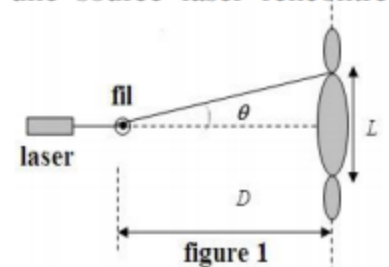
1-2- Dans le cas des petits angles, établir l'expression de la largeur a en fonction de D , L et λ . Pour une distance $D = 1,5 \text{ m}$ on mesure la largeur de la tache centrale et on trouve $L = 3,4 \text{ cm}$. Calculer a .

1-3- On modifie la distance entre la fente et l'écran en prenant $D = 3 \text{ m}$, Calculer la valeur de l'écart angulaire et celle de la tache centrale.

Exercice 13

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 $\lambda_v = 400\text{nm}$ (violet) et $\lambda_R = 800\text{nm}$ (rouge).
 - a- Déterminer la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui correspond à la valeur maximale de la largeur de la tache centrale.
 - b- Expliquez pourquoi la couleur de centre de la tache centrale apparaît blanche.

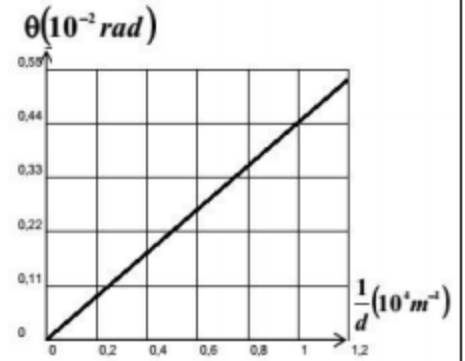


figure 2

Exercice 14

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 1ère 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)

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 .

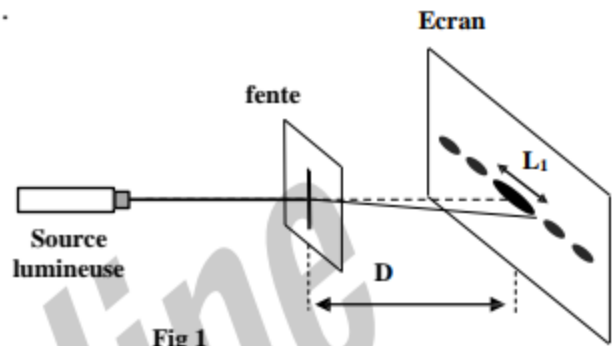
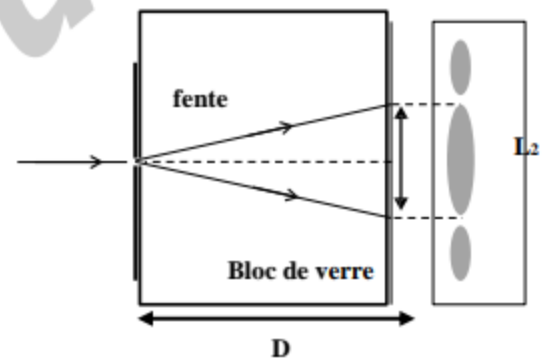


Fig 1



Exercices 15

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 d'une lumière monochromatique dans l'air

On réalise l'expérience de diffraction en utilisant une lumière monochromatique de longueur d'onde 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 :

- Suivant l'axe $x'x$;
- Suivant l'axe $y'y$.

1.2- Trouver l'expression de λ en fonction de a , L , et D .

Calculer λ .

On rappelle que l'écart angulaire est $\theta(\text{rad}) = \frac{\lambda}{a}$.

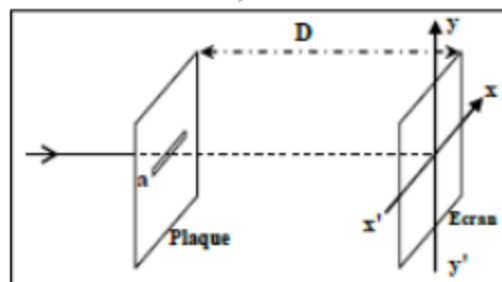


Figure1

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

Un rayon lumineux (R_1) monochromatique de fréquence $\nu_1 = 3,80 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 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 (figure2).

On fait maintenant arriver un rayon lumineux monochromatique (R_2) de fréquence $\nu_2 = 7,50 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 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 1 est $n_1 = 1,626$.
- L'indice de réfraction de l'air est 1,00.
- $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

2.1. Montrer que la valeur de l'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence ν_2 est $n_2 = 1,652$.

2.2. Trouver l'expression de la longueur d'onde λ_2 du rayon lumineux de fréquence 2 dans le verre, en fonction de c , n_2 et ν_2 . Calculer λ_2 .

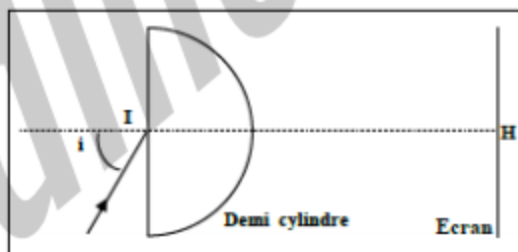


Figure2

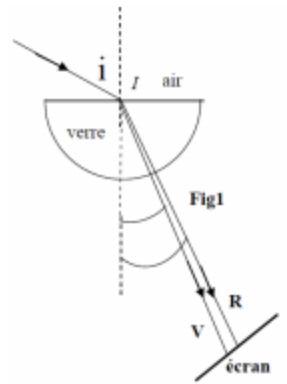
Exercice 16

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

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).

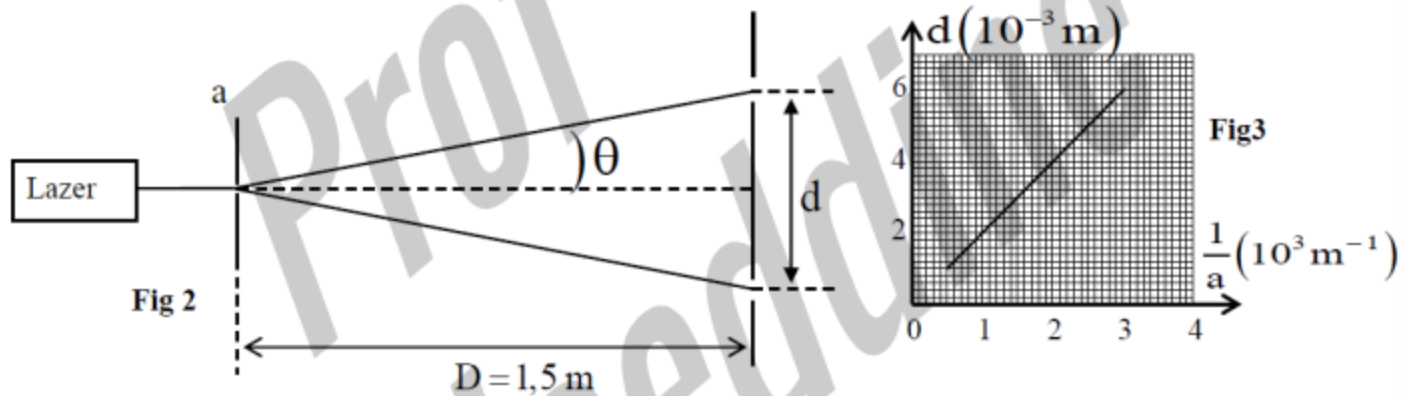
1.2- L'indice de réfraction n d'un milieu transparent pour une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans l'air est modélisé par la relation : $n = A + \frac{B}{\lambda_0^2}$ dont A et B sont des constantes qui dépendent du milieu. Calculer la valeur de A et celle de B pour le verre utilisé.

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 .

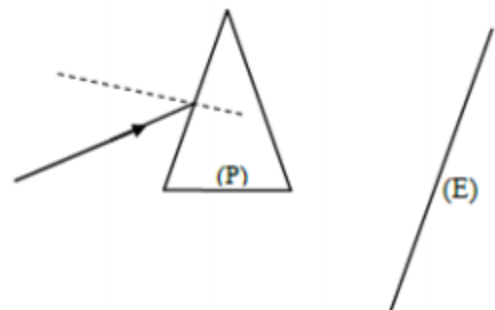


Exercice 17

- 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 ?

Exercice 18 : Diffraction de la lumière

On considère $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ 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 λ_2 inconnue. Sur un écran situé à la distance D de la fente, on visualise successivement les figures de diffraction obtenue.

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 λ passe à travers une fente de 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 λ 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 θ exprimé en radian.

2.1- Donner l'expression permettant de déterminer l'angle θ 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 λ_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.

