

Propagation d'une onde lumineuse

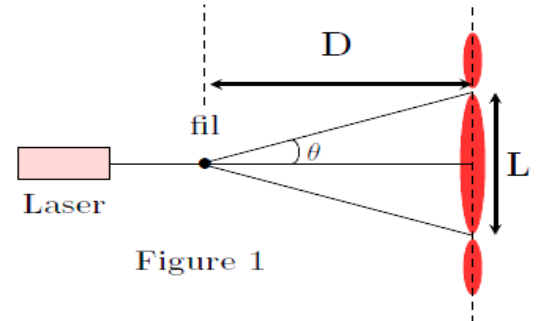
Exercice 1 : Détermination de la fréquence de l'onde lumineuse (SM 2008 R)

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 1ère 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 : $C = 3,00.10^8 m.s^{-1}$.

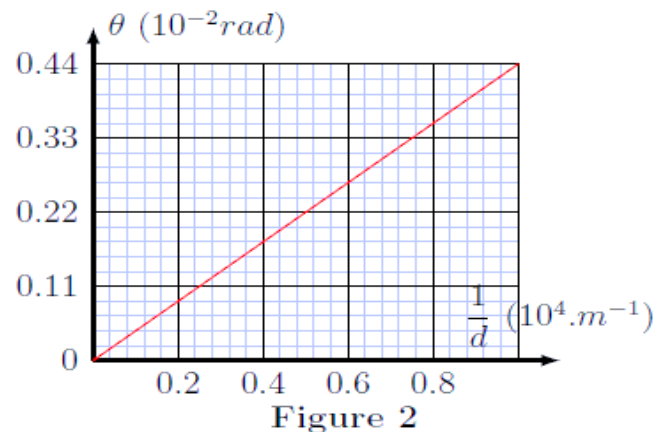


1. Donner La relation entre θ , λ et d .
2. Trouvez à l'aide de la figure 1, la relation entre L , λ , d et D .
3. La courbe $d = f\left(\frac{1}{d}\right)$ est représentée sur la figure 2.

- 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 $\lambda_v = 800nm$ (rouge).

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



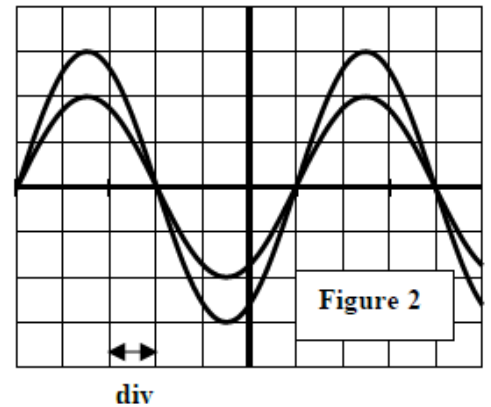
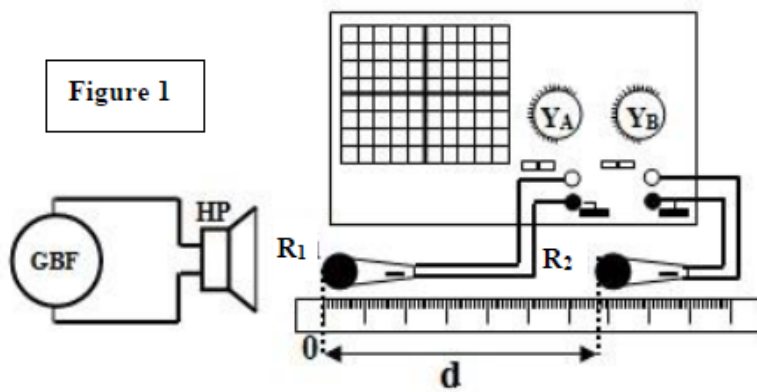
Exercice 1 : étude d'une onde sonore et une onde lumineuse

Durant une séance de travaux pratique, un professeur et ses élèves ont essayé de déterminer la vitesse de propagation d'une onde sonore et la longueur d'one d'une onde lumineuse

1- Détermination expérimentale de la célérité des ondes sonores

Pour déterminer la vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air, on réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1 tel que les deux microphones soient séparés par une distance d , on obtient sur l'écran d'un oscilloscope pour $d_1 = 41cm$ les deux courbes (figure 2) représentant les variations de la tension aux bornes de chaque microphone

La sensibilité horizontale pour les deux voix : $0,1ms/div$

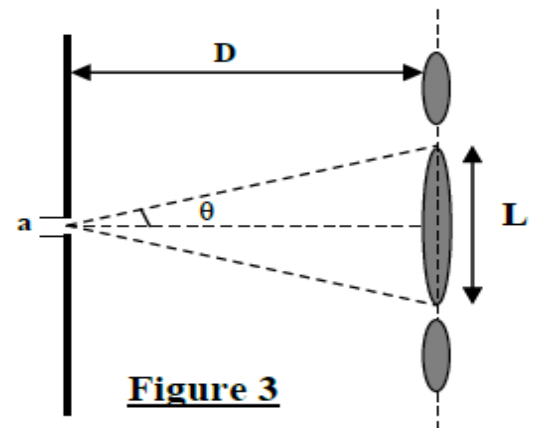


- 1.1- Déterminer graphiquement la valeur de la période T des ondes sonores émises par le haut-parleur.
- 1.2- On déplace horizontalement le microphone $M2$ selon la droite (Δ) jusqu'à ce que les deux courbes soient de nouveau en phase pour la première fois, la distance entre les deux microphones est $d_2 = 61,5 \text{ cm}$
- a) Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de l'onde sonore
- b) Calculer la vitesse v de propagation de l'onde sonore dans l'air

Détermination expérimentale de la longueur d'onde d'une onde lumineuse :

Pour déterminer la longueur d'onde λ d'une onde lumineuse. On éclaire une fente de largeur $a = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ à l'aide d'un faisceau lumineux monochromatique. Sur un écran placé à une distance $D = 3 \text{ m}$ de la fente, on observe des taches lumineuses (figure 3). La mesure de la largeur de la tache centrale a donné la valeur $L = 7,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

- 2.1- Quel est le nom du phénomène mis en évidence par cette expérience
- 2.2- exprimer l'expression de l'écart angulaire θ en fonction de L et D . On prend $\tan \theta \approx \theta$
- 2.3- Calculer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée.



Exercice 2 : Détermination du diamètre d'un fil fin (SM 2010 R)

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 $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 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.

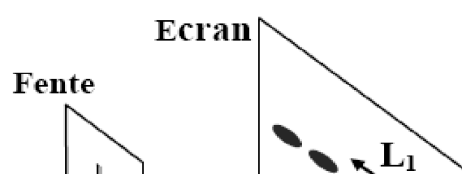
1. Diffraction de la lumière :

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'une lumière monochromatique de fréquence $\nu = 4,44 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

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 $D = 50 \text{ cm}$ de la fente.

La figure de diffraction est constituée d'une série de taches situées sur une perpendiculaire à la fente, figure (1).

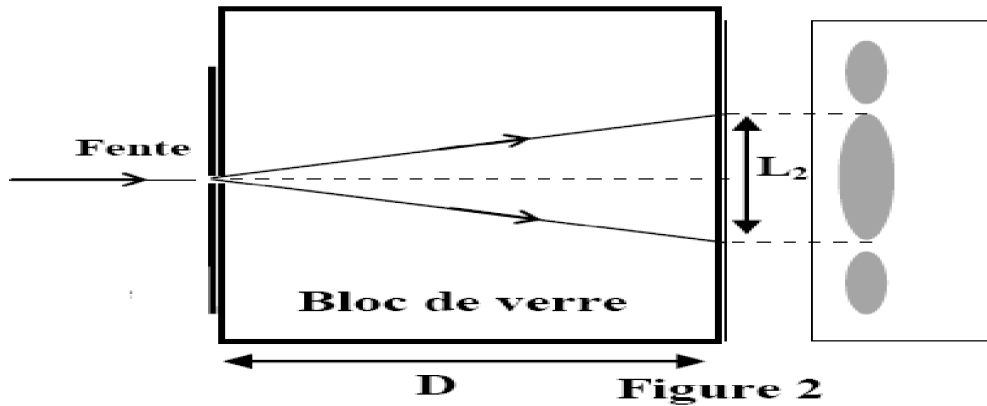


La tache centrale est plus éclairée et plus large que les autres, sa largeur est $L_1 = 6,70 \cdot 10^{-1} \text{ cm}$.

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 , v 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 3 : Détermination de la longueur d'onde d'un rayon lumineux (SM 2011 R)

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 λ d'une lumière monochromatique dans l'air :

On réalise l'expérience de diffraction en utilisant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ 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 tache centrale est $L = 1,40 \text{ mm}$.

Choisir la réponse juste :

La figure de diffraction observée sur l'écran est :

- a) Suivant l'axe $X'X$;
- b) Suivant l'axe $Y'Y$.

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

Calculer λ .

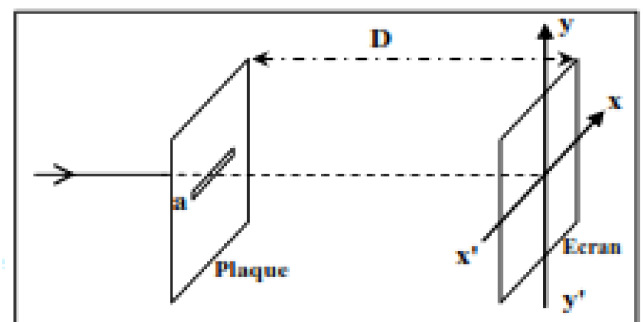


Figure 1

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

Un rayon lumineux (R_1) monochromatique de fréquence $\nu_1 = 3,80.10^{14} \text{ Hz}$ 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 (Figure 2).

On fait maintenant arriver un rayon lumineux monochromatique (R_2) de fréquence $\nu_2 = 7,50.10^{14} \text{ Hz}$ sur la face plane du demi-cylindre sous le même angle d'incidence $i = 60^\circ$.

Www.AdrarPhysic.Fr

On constate que le rayon (R_1) 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 $\alpha = 0,5630^\circ$.

Données :

- L'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence ν_1 est $n_1 = 1,626$.
- L'indice de réfraction de l'air est $n = 1,00$.
- La célérité de la lumière dans l'air : $C = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

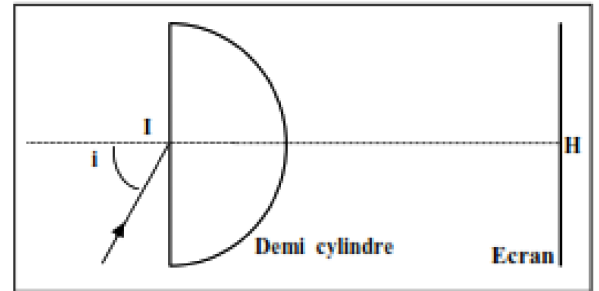


Figure2

3. Montrer que la valeur de l'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence ν_2 est $n_2 = 1,652$.
4. Trouver l'expression de la longueur d'onde λ_2 du rayon lumineux de fréquence ν_2 dans le verre, en fonction de C , n_2 et λ_2 . Calculer λ_2 .

Exercice 4 : De la dispersion de la lumière à la diffraction (SM 2013 N)

La fréquence d'une radiation lumineuse ne dépend pas du milieu de propagation ; elle dépend uniquement de la fréquence de la source. La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans un milieu transparent et elle est toujours plus petite que la vitesse de sa propagation dans le vide et sa valeur dépend du milieu de propagation. On constate aussi que l'onde lumineuse se diffracte lorsqu'elle traverse une fente de largeur relativement faible.

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

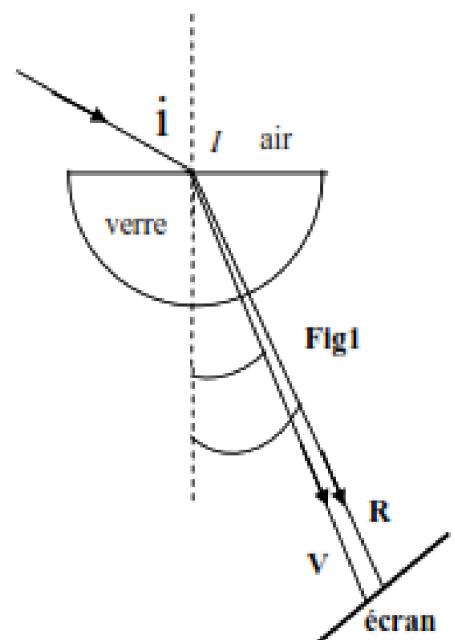
Données : La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans l'air est approximativement égale à sa vitesse de propagation dans le vide $C = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Couleur de la radiation	Rouge(R)	Violet(V)
La longueur d'onde dans l'air en μm	0,434	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 I de la surface d'un demi-disque en verre ; on observe sur l'écran (Fig. 1) 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_{OR} (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 : $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$

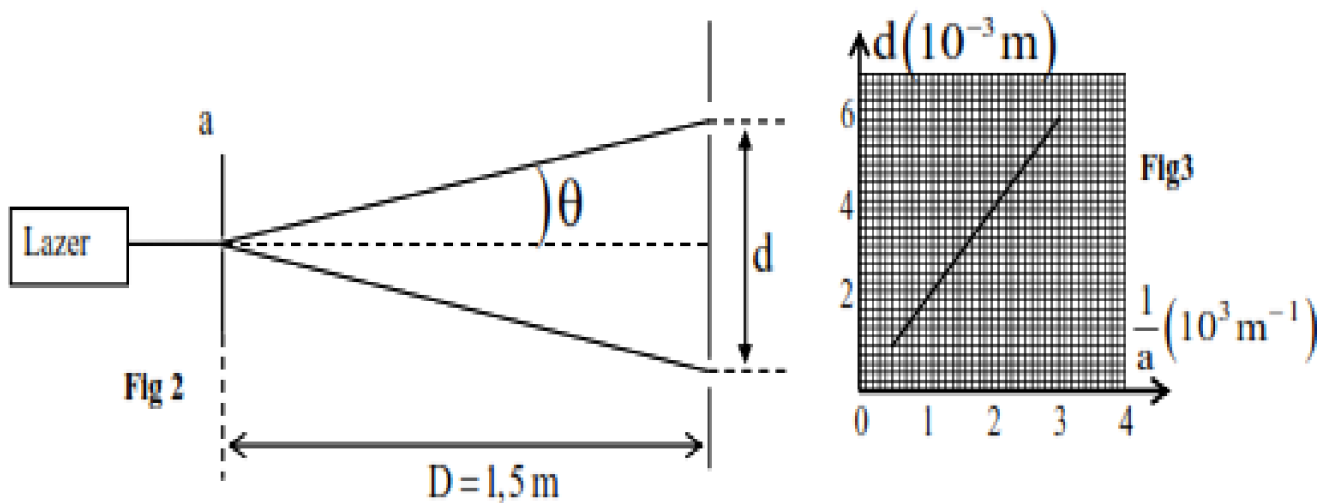
Dont A et B sont des constantes qui dépendent du milieu.

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.

Www.AdrarPhysic.Fr



3. Trouver l'expression de d en fonction de λ , a et D . Sachant que $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (θ petit exprimé en *rad*).

4. A l'aide de la figure 3, déterminer la valeur de λ .

Exercice 5 : Les ondes lumineuses (SM 2015 R)

Le but de cet exercice est d'étudier la propagation d'une onde lumineuse émise par une source laser à travers un prisme (P) en verre d'indice de réfraction n pour cette radiation. La longueur d'onde de cette radiation dans l'air est λ_0 .

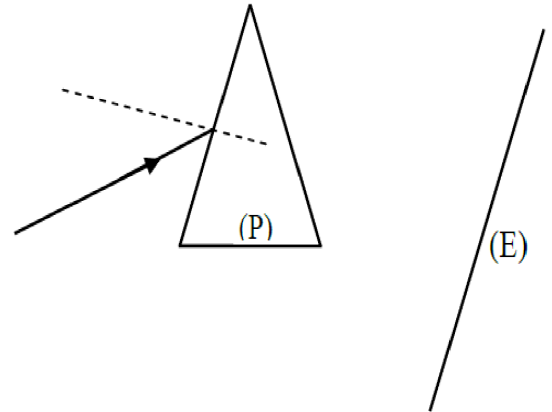
Données :

- Célérité de la lumière dans l'air : $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
- Indice de réfraction du prisme $n = 1,61$.
- $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$.

1. Choisir la réponse juste parmi les propositions suivantes :

- 1.1. La lumière a la même célérité dans tous les milieux transparents.
- 1.2. La fréquence d'une onde lumineuse varie lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre.
- 1.3. La longueur d'onde d'une onde lumineuse ne dépend pas de la nature du milieu de propagation.

- 1.4. L'indice de réfraction d'un milieu transparent dépend de la longueur d'onde de la radiation monochromatique qui le traverse.
- 1.5. 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 6 : Diffraction d'une lumière monochromatique (SM 2017 N)

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 $\lambda = 633 \text{ nm}$.

Données :

- Célérité de la lumière dans l'air : $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 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

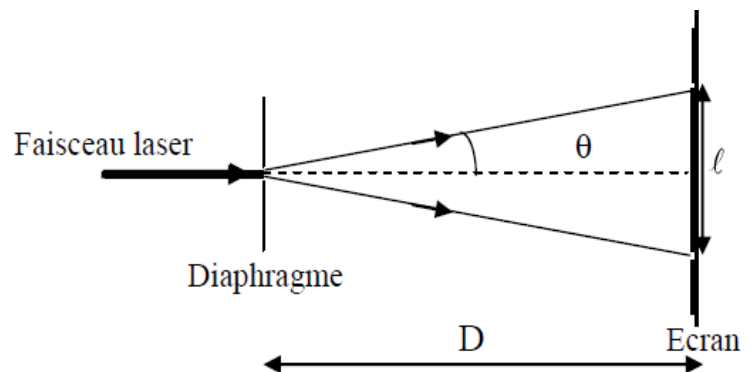


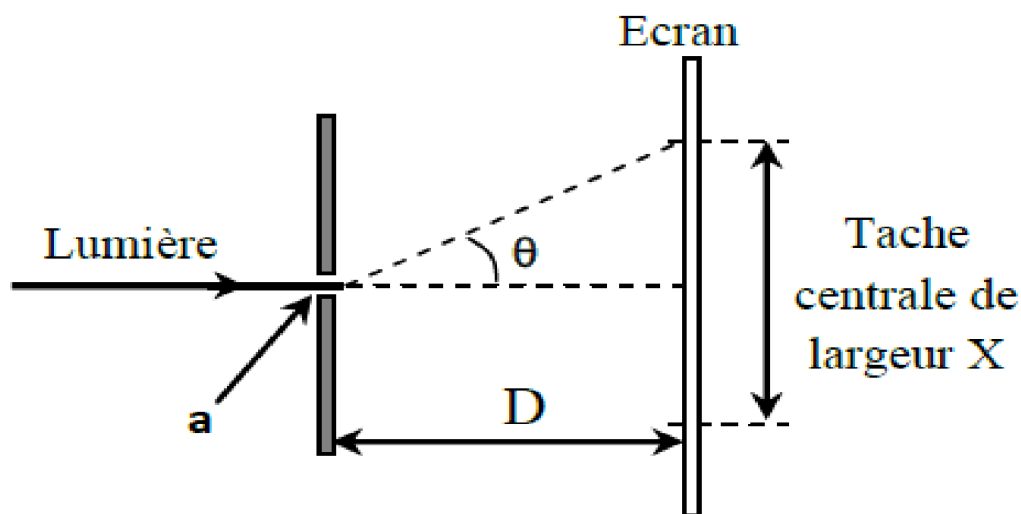
Figure 1

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 : $2 \cdot \theta = \frac{\lambda}{a}$
 - c. La fréquence de la lumière émise par le laser hélium-néon est $\nu = 4,739 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.
 - d. L'écart angulaire est plus grand si on remplace la lumière rouge par une lumière violette.
2. Dans le cas des petits angles, établir l'expression de la largeur a en fonction de D , l et λ .
3. 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 .
4. 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 largeur de la tache centrale.

Exercice 7 : Diffraction de la lumière

On considère $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 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 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 λ 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 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.
 - 1.1. Donner l'expression permettant de déterminer l'angle θ en utilisant exclusivement les grandeurs présentes sur la figure.
 - 1.2. 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 $C = 1,5$ ainsi que sa vitesse de propagation dans ce milieu.

Exercice 8 : Propagation des ondes mécaniques et des ondes électromagnétiques

1. Donner le nombre d'affirmations justes parmi les affirmations suivantes :
 - 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 $f_1 = 4,76 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 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 $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ 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 9 : Nature ondulatoire de la lumière

Huyghens (1629-1695) donne à la lumière un caractère ondulatoire par analogie à la propagation des ondes à la surface de l'eau et à la propagation du son.

Pour Huyghens, le caractère ondulatoire de la lumière est fondé sur les faits suivants:

- " le son ne se propage pas dans une enceinte vide d'air tandis que la lumière se propage dans cette même enceinte. La lumière consiste dans un mouvement de la matière qui se trouve entre nous et le corps lumineux, matière qu'il nomme éther".
- " la lumière s'étend de toutes parts¹ et, quand elle vient de différents endroits, même de tout opposés², les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans s'empêcher³ "
- " la propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne saurait être⁴ par le transport d'une matière, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous ainsi qu'une balle ou une flèche traverse l'air ".

Fresnel (1788-1827) s'attaque au problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière.

Avec des moyens rudimentaires, il découvre et il exploite le phénomène de diffraction.

Il perce un petit trou dans une plaque de cuivre. Grâce à une lentille constituée par une goutte de miel déposée sur le trou, il concentre les rayons solaires sur un fil de fer.

Extraits d'articles parus dans l'ouvrage " Physique et Physiciens " et dans des revues " Sciences et Vie ".

I. Questions à propos du document

1. Texte concernant Huyghens
 - Quelle erreur commet Huyghens en comparant la propagation de la lumière à celle des ondes mécaniques?
 - Citer deux propriétés générales des ondes que l'on peut retrouver dans le texte de Huyghens.
2. Texte concernant Fresnel
 - Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique?
 - Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer. Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

II. Diffraction :

Le caractère ondulatoire de la lumière fut établi au XIX^e par des expériences de diffraction et d'autres expériences montrant, par analogie avec les ondes mécaniques, que la lumière peut être décrite comme une onde.

Expérience de Fresnel

- 1- Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ?
 - 2- Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer. Le phénomène est identique avec un fil et une fente de même largeur.
 - 3- Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction ? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.
-
1. Une onde lumineuse est-elle une onde mécanique ?
 2. Fresnel a exploité le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer. Indiquer quel doit être l'ordre de grandeur du diamètre du fil pour observer le phénomène de diffraction.
 3. Parmi les affirmations suivantes combien y en a-t-il d'exactes ?
 - a. La lumière est une onde transversale, dont la célérité est la même dans tout milieu transparent.
 - b. La lumière monochromatique d'un laser est constituée de radiations d'une seule longueur d'onde mais de plusieurs fréquences différentes.
 - c. La dispersion de la lumière blanche par un prisme montre que l'indice de réfraction du milieu varie avec la fréquence.

d. Le vide est parfaitement non dispersif.

4. Pour mesurer, par diffraction, la longueur d'onde d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ on réalise l'expérience de diffraction en utilisant des fils fins (figure 1). On se limite dans le cas de faibles écarts angulaires où $\tan \theta \approx \theta$ avec θ exprimé en radian.

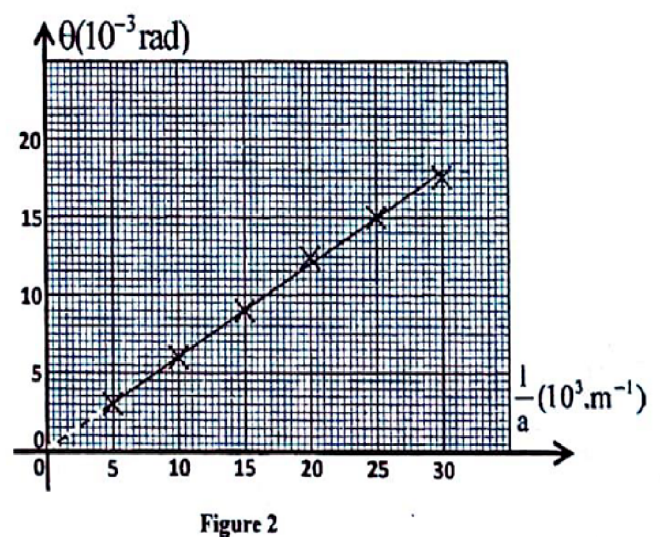
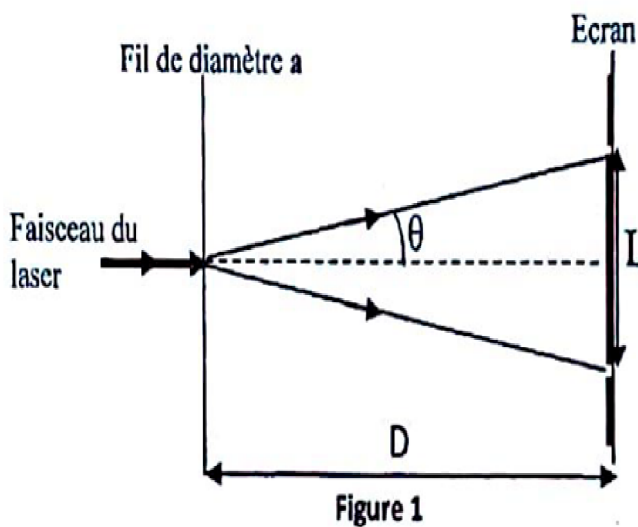
La figure 1 représente le schéma de diffraction obtenue sur un écran blanc situé à une distance $D = 2,0\text{ m}$ des fils.

Pour chaque fil de diamètre a , on mesure la longueur L de la tache centrale. A partir de ces mesures et d'autres données on obtient la courbe de la figure 2 représentant les variations de l'écart angulaires θ en fonction de $\frac{1}{a}$

$$d = f\left(\frac{1}{a}\right)$$

4.1. Déterminer graphiquement la longueur d'onde du laser utilisé.

4.2. On place dans le même dispositif expérimental un fil de diamètre a_1 inconnu. La largeur de la tache centrale de diffraction vaut alors $L_1 = 4\text{ cm}$. Déterminer a_1 .



[Www.AdrarPhysic.Fr](http://www.AdrarPhysic.Fr)

[Www.AdrarPhysic.Fr](http://www.AdrarPhysic.Fr)

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 2, 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 : $S = 0,2 \frac{\mu\text{s}}{\text{div}}$.

Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

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 $v = 1,87 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, déduire l'indice de réfraction n du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique.

Examan : (Session Rattrapage)

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.

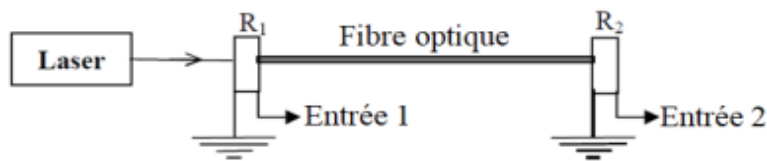


Figure 1

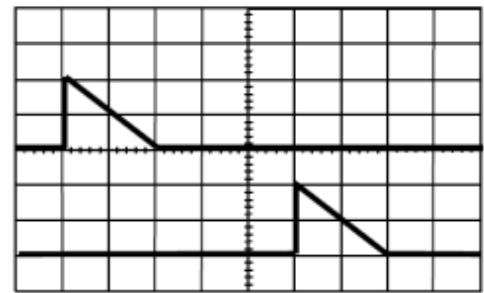


Figure 2

On donne :

- Sensibilité horizontale : $S_h = 0,2 \frac{\mu\text{s}}{\text{div}}$;
- Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
- 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 : $\lambda = 1,484 + \frac{5,6 \cdot 10^{-15}}{\lambda^2}$

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.