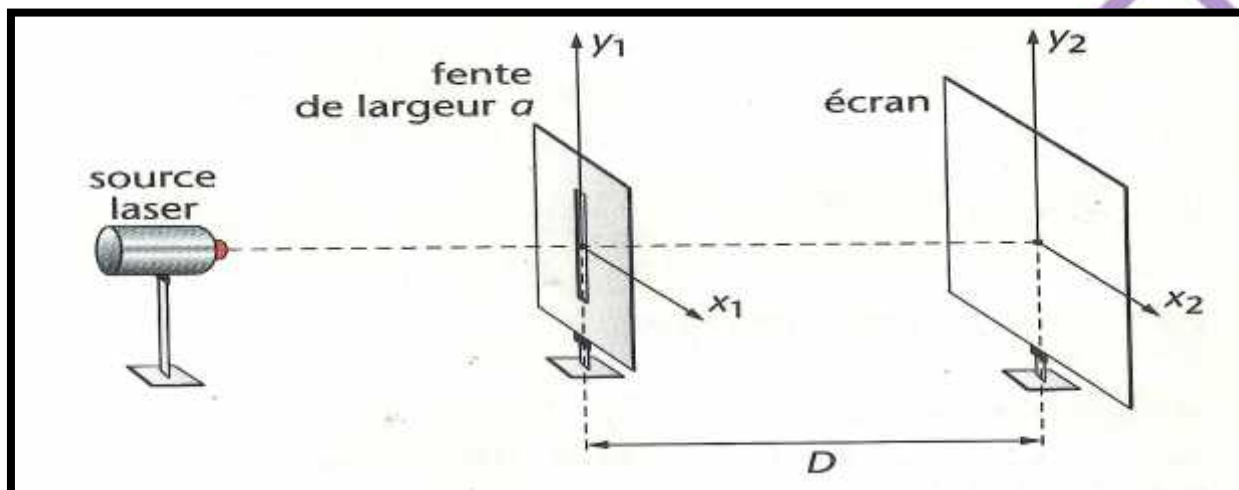


Exercices Les ondes mécaniques Progressives périodiques

Exercice N° 1 :

La notice technique d'un pointeur optique à laser indique une longueur d'onde λ_0 comprise entre 660 et 680 nm pour la lumière monochromatique émise.

On utilise ce pointeur dans le montage suivant : une fente verticale, de largeur a très petite, est placée sur le trajet du faisceau et un écran est placée à la distance D de la fente.



On propose quatre expressions pour la largeur ℓ de la tache centrale :

$$\ell = \frac{2\lambda D}{a} \quad ; \quad \ell = \frac{2aD}{\lambda} \quad ; \quad \ell = \frac{2D^2}{\lambda a} \quad ; \quad \ell = \frac{2\lambda a}{D}$$

On réalise trois expériences au cours desquelles on a remplacé le laser par une autre source monochromatique.

expériences	longueur d'onde de la source	distance à l'écran	largeur de la fente	largeur de la tache centrale
n°1	$\lambda_1 = 543 \text{ nm}$	D	a	$\ell_1 = 3,2 \text{ cm}$
n°2	$\lambda_0 =$	D	a	$\ell_2 = 4,0 \text{ cm}$
n°2	$\lambda_1 = 543 \text{ nm}$	D	$a_3 \quad a$	$\ell_3 \quad \ell_1$

- Par analyse dimensionnelle, montrer qu'une expression de ℓ proposées est manifestement fausse.
- A partir des expériences, déterminer les autres expressions que l'on doit éliminer. En déduire l'expression de la largeur ℓ de la tache centrale.
- Etablir la relation entre ℓ_1 , λ_1 et λ_0 . Calculer, avec le bon nombre de chiffres significatif, la valeur de λ_0 .
- Le résultat est-il en accord avec la notice technique du pointeur optique laser?

Exercice N° 2 :

Une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 550 \text{ nm}$ traverse un diamant d'indice de réfraction $n = 2,42$ pour cette radiation.

- Calculer la célérité de la lumière dans le diamant.
- Calculer la longueur d'onde de cette radiation dans le diamant.

Exercice N° 3 :

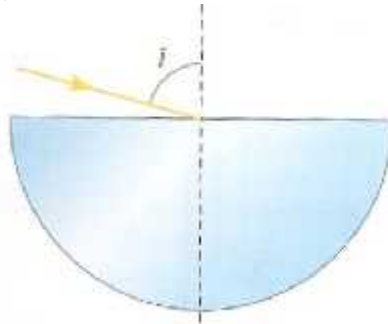
Parmi les radiations émises par une lampe à vapeur de mercure, on trouve une radiation verte de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 575 \text{ nm}$.

a- Quelles sont la fréquence et la célérité de cette onde lorsqu'elle se propage dans l'air (indice $n = 1,00$) ?

b- Quelles sont la fréquence, la célérité et la longueur d'onde de cette radiation lorsqu'elle se propage dans du verre $n = 1,5$? Quelle est alors sa couleur ?

Exercice N° 4 :

On envoie un faisceau fin de lumière jaune sur la face plane d'un hémicylindre de Plexiglas sous l'incidence $i = 75,0^\circ$.



a- Calculer l'angle de réfraction pour le faisceau sachant que l'indice du Plexiglas pour la radiation jaune considérée est $n_j = 1,485$.

b- Tracer le trajet du faisceau à travers l'hémicylindre.

c- On fait arriver maintenant sur l'hémicylindre, dans les mêmes conditions un faisceau de lumière polychromatique contenant la lumière jaune précédente ainsi qu'une lumière monochromatique rouge et une lumière monochromatique violette.

Les indices du Plexiglas pour ces deux radiations sont: $n_R = 1,470$ et $n_V = 1,500$.

Calculer les angles de réfraction et dessiner la marche des faisceaux des différentes couleurs.

d- Qu'observe-t-on si l'on envoie, sur l'hémicylindre et dans les mêmes conditions, un mince faisceau de lumière blanche ?

Exercice N° 5 :

On place un fil vertical de diamètre d sur un trajet d'un faisceau laser, de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$.

1- Faire le schéma de la figure de diffraction obtenue sur un écran placé perpendiculairement au trajet du faisceau.

2- Définir l'écart angulaire θ de la tache centrale de diffraction. Donner son expression en fonction de λ_0 et d .

3- On note D la distance entre l'écran et le fil, et L la largeur de la tache centrale.

a. Faire apparaître les grandeurs D , L sur le schéma.

b. Exprimer θ en fonction de D , L , en considère l'angle petit et l'approximation $\tan \theta \approx \theta$ vérifiée. En déduire une expression de L en fonction de λ_0 , d et D .

4- On mesure la largeur L de la tâche pour **différents** fils : voici les mesures obtenus.

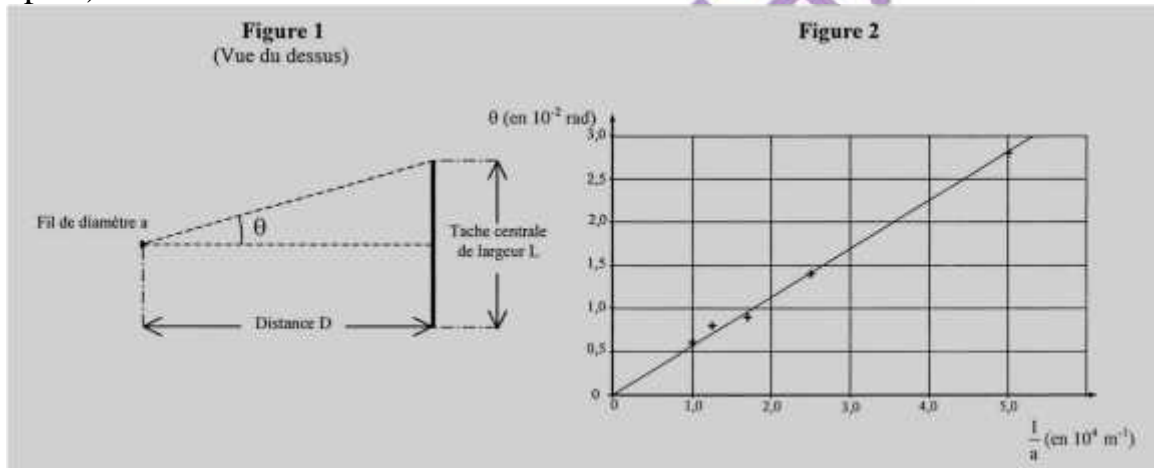
d (mm)	0,10	0,14	0,20	0,25
L (mm)	69	49	34	27

Tracer la courbe de $L = f(1/d)$.

5- La mesure de la largeur L de la tache centrale, lors de la diffraction du faisceau laser par un cheveu de diamètre d d'inconnu, fournit la valeur : $L = 36$ mm. En déduire le diamètre d du cheveu.

Exercice N° 6:

1. Qu'est-ce que la diffraction de la lumière.
2. 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 ?
3. On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . À quelques centimètres du laser, on place successivement des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par a le diamètre d'un fil. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 1,60$ m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale. À partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer l'écart angulaire θ du faisceau diffracté (voir figure 1 ci-après).



3-1/ L'angle θ étant petit, θ étant exprimé en radian est une grandeur sans dimension. Parmi les relations ci-dessous entre L et D permettant de calculer θ , montrer qu'une seule relation est homogène par analyse dimensionnelle.

$$\text{a) } \textcircled{1} \quad \theta = \frac{2}{L \times D} \quad \textcircled{2} \quad \theta = \frac{0,5 \times L}{D} \quad \textcircled{3} \quad \theta = \frac{0,5 \times L}{D^2}$$

3-2/ Donner la relation liant θ , L et a . Préciser les unités dans le système international d'unités de θ , L et a .

3-3/ On trace la courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$. Celle-ci est donnée sur la figure 2 ci-dessus :

3-4/ Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question 3-1.

3-5/ Comment, à partir de la courbe précédente, pourrait-on déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ?

3-6/ En utilisant la figure 2, préciser parmi les valeurs de longueurs d'onde proposées ci-dessous, quelle est celle de la lumière utilisée.

560 cm ; 560 mm ; 560 μm ; 560 nm

3-7/ Pourquoi utilise-t-on une lumière monochromatique ?

DELAHI MOHAMED