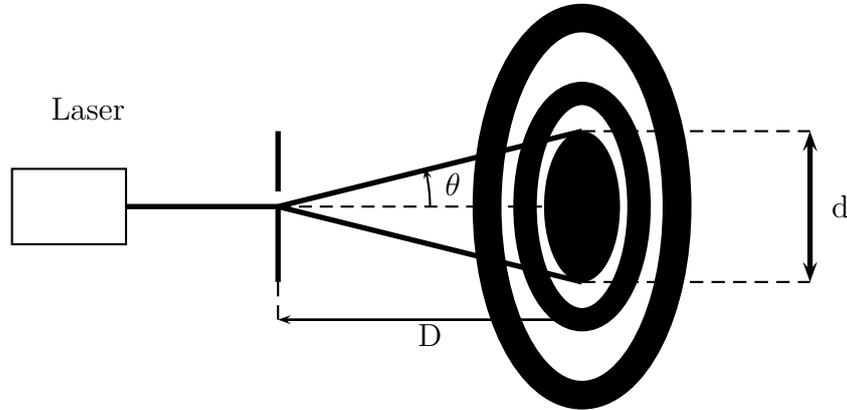


Propagation d'onde lumineuse : exercices

Exercice 1 : diffraction par ouverture circulaire

Au cours d'une expérience de diffraction de la lumière monochromatique d'un laser traversant un trou de diamètre a . L'écran est situé à la distance $D = 2,2m$ du trou.



1. Décrire le phénomène de diffraction observé sur l'écran pour une petite ouverture.
2. On admet que le demi-diamètre θ de la tache centrale pour une ouverture circulaire de diamètre a est de la forme $\theta = \frac{1,22 \cdot \lambda}{a}$, 1,22 étant un coefficient de correction lié à la forme circulaire de l'ouverture .
Déterminer une relation entre D , d et θ tel que d le diamètre du trou .
3. La longueur d'onde dans le vide du laser utilisé est $\lambda_0 = 633nm$ et le diamètre de la tache centrale observée sur l'écran $d = 2,0cm$.
Calculer le diamètre a du trou
4. Le même trou est éclairé par un autre laser , on obtient une tache centrale de diamètre $d' = 1,8cm$. Quelle est la longueur d'onde λ' de la lumière émise par le maser ?

Exercice 2 : diffraction et réfraction

Lorsque la lumière rencontre un obstacle mince ou fin ,elle ne se propage pas en ligne droite et subit le phénomène de diffraction qu'on peut l'exploiter pour déterminer le diamètre d'un fil ou d'un fil fin comme celle d'araignée.

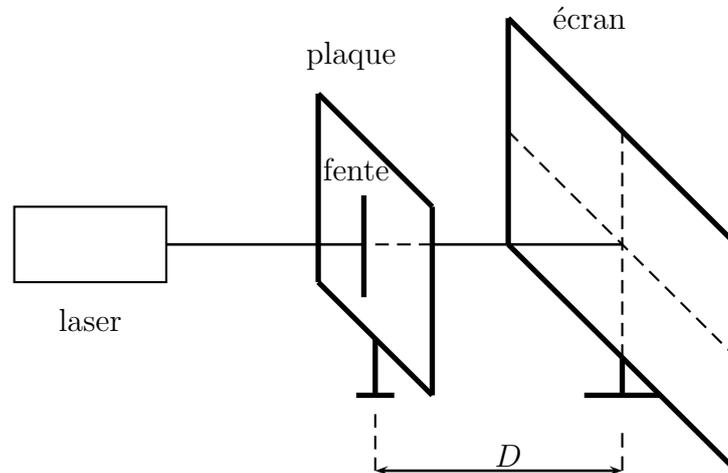
L'écart angulaire θ , l'angle entre le centre de la tache centrale et la première extinction est donné par la relation : $\theta = \frac{\lambda}{a}$, où λ est la longueur d'onde de la lumière utilisée et a la largeur d'une fente ou le diamètre d'un fil .

La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est $c = 9.10^8m/s$

1. la diffraction de la lumière
On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de fréquence $N = 4,44 \times 10^{14}Hz$. À quelques centimètres du laser , on place une plaque contenant une fente verticale de largeur a . La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran vertical situé à une distance $D = 50,0cm$ de la fente . La figure de diffraction obtenue est constituée par des taches lumineuses . qui s'étalent perpendiculairement à la direction de la fente . La tache centrale, plus

lumineuse, de largeur $L_1 = 6,70 \times 10^{-1} \text{cm}$. Voir figure 1 .

- a. Quelle nature de la lumière mise en évidence cette expérience? justifier . Représenter sur le schéma la figure de diffraction observée .
 - b. Déterminer l'expression de a en fonction de L_1 , D , N , et c .Calculer a .
2. On interpose entre la plaque et l'écran un parallélépipède rectangulaire en verre . L'indice de réfraction de verre pour la lumière monochromatique utilisée est $n = 1,61$. On observe sur l'écran que la largeur de la tache centrale est L_2 . Déterminer l'expression de L_2 en fonction de L_1 et n .
 3. Mesure du diamètre d'un fil d'araignée On laisse le laser et l'écran dans la même position qu'avant et on remplace la plaque et le parallélépipède par un fil d'araignée vertical . On mesure la tache centrale de la figure de diffraction sur l'écran , on trouve $L_3 = 1,00 \text{cm}$. Quel est le diamètre du fil d'araignée?



Exercice 3 : Dispersion par le verre

Le tableau ci-dessous donne les longueur d'onde , dans le vide , de deux radiations monochromatiques et les indices correspondants pour deux types de verres différents

Couleur	$\lambda_0(\text{nm})$	$n(\text{crown})$	$n(\text{flint})$
rouge	656,3	1,5048	1,612
bleu	486,1	1,521	1,671

1.
 - a. Calculer la fréquence de ces ondes lumineuses .
 - b. Dépendent-elles de l'indice du milieu? On prendra $c = 2,998.10^8 \text{m/s}$
2. Calculer les célérités et les longueurs d'onde de la radiation rouge dans les deux verres .
3. Un rayon de lumière blanche arrive sur un dioptre plan air-verre , sous l'incidence 60° . L'indice de réfraction de l'air est égale à 1,000 .
 - a. Rappeler les lois de Descartes relative à la réfraction de la lumière .
 - b. Calculer l'angle que fait le rayon bleu avec le rayon rouge pour un verre de crown, puis pour un vert de flint . faire un schéma .

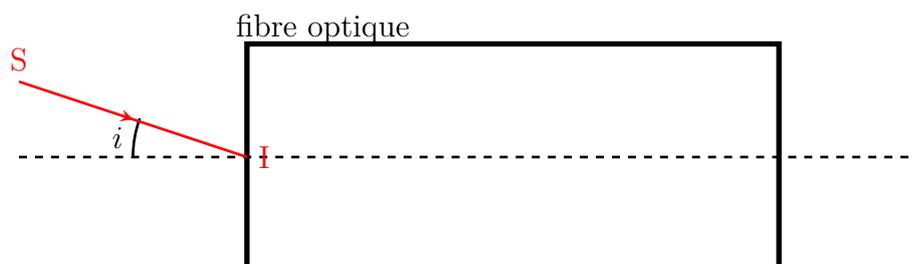
4. Quel est le verre le plus dispersif?

Exercice 4 : Une fibre optique

Un faisceau lumineux de longueur d'onde $\lambda_1 = 750nm$ se propage dans l'air et pénètre dans une fibre optique d'indice $n_2 = 1,50$, sous une incidence $i = 10,0^\circ$.

L'indice de l'air sera pris égale à celui du vide $n_1 = 1,00$.

La face d'entrée du faisceau est perpendiculaire à la fibre .



1.
 - a. Quelle est la célérité v_1 de la lumière dans l'air et la célérité v_2 dans la fibre ?
 - b. Quelle est la fréquence N_1 de l'onde lumineuse dans l'air et la fréquence N_2 dans la fibre ?
2.
 - a. Rappeler les lois de Descartes pour la réfraction
 - b. Quelle est la valeur de l'angle de réfraction r dans la fibre ?
 - c. Schématiser le début de la propagation du faisceau dans la fibre . Sous quelle incidence i' rencontre-t-il la surface séparant la fibre de l'air
 - d. Quel est l'angle limite d'incidence i_1 pour qu'un faisceau se propageant dans la fibre ne soit pas réfracté dans l'air ?
 - e. Quelle sera alors la propagation du faisceau ?