

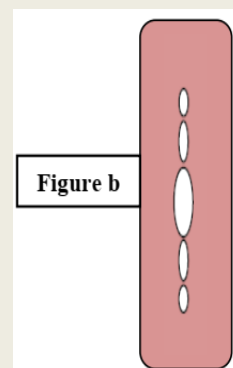
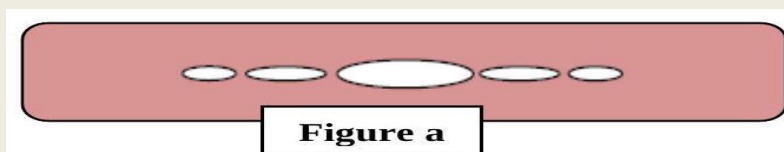
Série 2 : Propagation d'une onde lumineuse



EXERCICE 1 :

1. Répondre par vrai ou faux :
 - a. Les ondes lumineuses sont longitudinales.
 - b. La fréquence d'une onde lumineuse varie en passant de l'air à l'eau.
 - c. La lumière monochromatique ne subit pas de dispersion.
 - d. Les ondes lumineuses visibles ont une longueur d'onde dans le vide comprise entre 400 et 600 nanomètres.
 - e. L'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde de la lumière.
 - f. Lorsqu'une onde ultrasonore passe de l'air au verre, elle accélère.
 - g. Lorsqu'une onde lumineuse passe de l'air au verre, elle accélère.
 - h. Plus l'angle d'incidence est élevé, plus l'angle de réfraction est faible pour une même radiation.
 - i. La dispersion ne se produit pas si la lumière est polychromatique.
 - j. La diffraction n'affecte pas la direction de propagation de la lumière.
 - k. Les rayons ultraviolets sont des lumières visibles.
 - l. Le passage d'un milieu transparent à un autre entraîne toujours une réfraction de la lumière.
 - m. La lumière violette se réfracte plus que la lumière rouge dans un prisme.
 - n. Plus la longueur d'onde de la lumière est grande, plus l'angle de diffraction est faible.
 - o. La lumière est composée de champs électriques et magnétiques oscillant perpendiculairement.
 - p. La lumière des lasers ordinaires est généralement polychromatique.
 - q. Lorsque la lumière passe de l'air à l'eau, son angle de réfraction est plus grand que son angle d'incidence.

Les figures (a) et (b) ont été obtenues lors des expériences utilisant un laser et une fente.



1. Quelle est l'orientation de la fente lors de chaque expérience ?
2. Si les photos ont été prises avec deux fentes différentes et le même laser et la même distance entre la fente et l'écran, laquelle est obtenue avec la fente la plus large ?
3. Si les photos ont été prises avec la même fente et le même laser, laquelle correspond à la plus grande distance entre la fente et l'écran ?

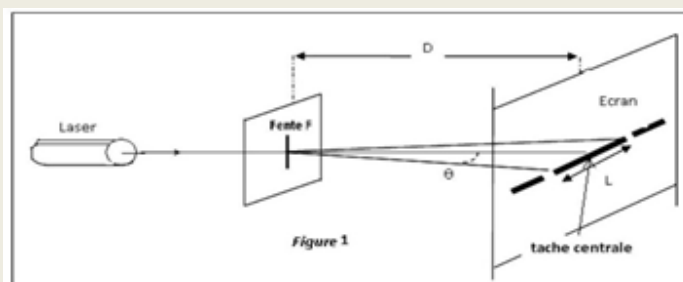
EXERCICE 2

Un faisceau laser de fréquence $f_1 = 4,76 \times 10^{14}$ Hz éclaire une fente verticale de largeur a . On place un écran E perpendiculairement à la direction du faisceau, à une distance $D = 1,6$ m de la fente. On observe une figure de diffraction dont la tache centrale a une largeur $\ell_1 = 8$ cm. On donne $c = 3 \times 10^8$ 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.

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

EXERCICE 3:

Un faisceau de lumière parallèle monochromatique, de longueur d'onde λ , produit par une source laser arrive sur une fente F verticale rectangulaire, de largeur a . On place un écran à une distance D de cette fente ; la distance D est grande devant a . (voir la figure 1)



1- Nommer le phénomène observé sur l'écran.

Quel enseignement sur la nature de la lumière ce phénomène apporte-t-il ?

2- Une onde lumineuse est-elle une onde mécanique ? Justifier.

3- En utilisant la figure-1- exprimer l'angle α qui délimite la zone touchée par le phénomène qui se produit en fonction des grandeurs L et D .

4- exprimer la largeur L de la tâche centrale de diffraction en fonction λ , D et a .

5-Avec le même dispositif on veut obtenir une tâche centrale plus grande, doit on éclairer la fente par un laser rouge ou vert ? justifier la réponse.

6- On cherche maintenant à déterminer expérimentalement la longueur d'onde dans le vide λ de la lumière monochromatique émise par la source laser utilisée.

Pour cela, on place devant le faisceau laser des fentes rectangulaires verticales de différentes largeurs a . La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé-il une distance $D = 2,0$ m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tâche centrale de diffraction. On trace la courbe $L = f(1/a)$ (figure 2)

-Donner l'équation de la courbe $L = f(1/a)$ et en déduire la longueur d'onde λ dans le vide de la lumière monochromatique constitutive du faisceau laser utilisé.

7- On remplace le LASER par une source de lumière blanche et la fente par un prisme en verre. On observe que si on fixe la valeur de l'angle d'incidence i , la valeur de l'angle de réfraction r varie lorsque la fréquence de la radiation incidente varie (voir figure3).

7-1-Qu'observe-t-on sur l'écran placé devant le prisme ?

7-2- Quelle caractéristique d'une onde lumineuse monochromatique est invariante quel que soit le milieu transparent traversé ?

7-3- Montrer que l'indice de réfraction dépend de la fréquence de la radiation qui traverse le milieu.

7-4- Justifier comment varie la célérité d'une onde lumineuse à l'intérieur du prisme. ? Comment qualifie-t-on le verre dont est fait le prisme ?

EXERCICE 4: Détermination de la fréquence de l'onde lumineuse :

Une lumière monochromatique dont la longueur d'onde λ émet 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 tâche centrale et Nous calculons l'écart angulaire θ entre le centre de la tâche centrale et la 1^{ère} extinction pour un fil particulier.

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

— Vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3.10^8$ 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 $\lambda_v = 400$ nm (violet) et $\lambda_R = 800$ nm (rouge).

4.1. Déterminer la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui correspond à la valeur maximale de la largeur de la tâche centrale.

4.2. Expliquez pourquoi la couleur de centre de la tâche centrale apparaît blanche.

