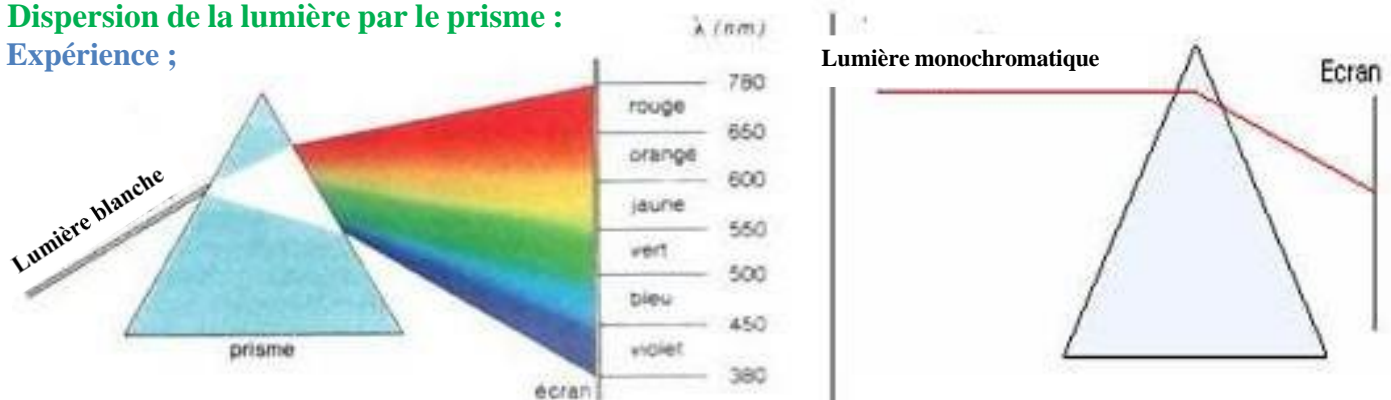


5. Dispersion de la lumière par le prisme :

a. Expérience ;



Lorsqu'on envoie un faisceau de lumière blanche sur une face d'un prisme, cette onde a subi le phénomène de réfraction deux fois, et on observe sur l'écran la formation des taches colorées s'appelle spectre de la lumière blanche, et on appelle ce phénomène qui permet la séparation des rayonnements de différentes couleurs la **dispersion de la lumière**.

-Contrairement à la lumière blanche, la lumière monochromatique n'est pas décomposée en un spectre : La dispersion d'une radiation monochromatique modifie seulement sa trajectoire.

b. Interprétation :

La lumière blanche est composée d'un ensemble de lumières colorées appelées radiations.

La dispersion de la lumière blanche est due au fait que **l'indice de réfraction du prisme** dépend de la fréquence de l'onde lumineuse qui le traverse. L'indice de réfraction d'un prisme est une fonction décroissante de la longueur de l'onde comme l'indique la relation de **Cauchy** :

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2} \quad a \text{ et } b \text{ sont des constantes ;} \quad \lambda : \text{La longueur de l'onde lumineuse.}$$

Par conséquence chaque radiation va subir une déviation par le prisme différente ce qui entraîne la dispersion de la lumière. L'indice de réfraction comme l'indique la relation de **Cauchy** dépend de la longueur d'onde de la radiation lumineuse, donc de sa fréquence (car $\lambda = \frac{v}{\nu}$) et puisque $v = \frac{c}{n}$ donc la vitesse v de propagation dépend de la fréquence le prisme est **un milieu dispersif**

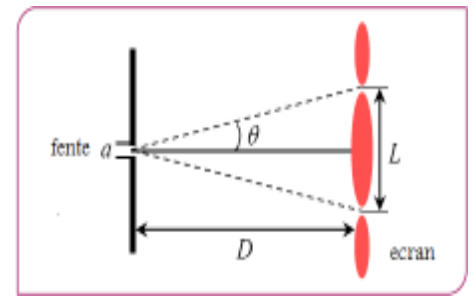
Série N°P3 : Propagation d'une onde lumineuse

Exercice 1 : Une onde lumineuse monochromatique se propage dans différents milieux. Compléter le tableau suivant :

| milieu | vide | eau | verre |
|--|-------------|-------|-------------|
| $\lambda \text{ (nm)}$ | 550 | | |
| Indice de réfraction : n | | 1,33 | |
| Célérité $v \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ | $3,00.10^8$ | | $2,00.10^8$ |
| Fréquence : $\nu \text{ (Hz)}$ | | | |

- Que peut-on conclure ?

Exercice 2 : En 1921 August Fresnel a posé l'hypothèse que la lumière est une onde électromagnétique transversale et que la déformation qui se propage résulte d'un champ électrique associé à un champ magnétique.



I- Pour déterminer la longueur d'onde λ d'une onde lumineuse émise par un laser on éclaire une fente de largeur $a=5.10^{-5}m$. Par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans le vide et on pose un écran (E) à une distance $D=3m$ de la fente. On observe donc une tache centrale de largeur $L=7.6. 10^{-2}m$.

- 1- La lumière est-elle onde longitudinale ou transversale ?
- 2- Quel est le phénomène observé ?
- 3- Citer la condition que doit vérifier la fente pour observer ce phénomène.
- 4- Rappeler la relation qui lie θ , λ et a .
- 5- Donner l'expression de λ en fonction de D , L et a . calculer λ . (on suppose θ petit et on prend $\sin\theta \approx \theta$)
- 6- Cette lumière est-elle visible ? Justifier.

II- Pour déterminer la longueur d'onde lumineuse dans le verre on envoie un faisceau lumineux monochromatique émis par le laser à la surface d'un prisme en verre d'indice de réfraction $n=1,58$.

On donne * la longueur d'onde dans le vide : $\lambda_0=665.4 m$

* la célérité de propagation de la lumière dans le vide : $C=3. 10^8 m/s$

- 1- Calculer la fréquence N de l'onde lumineuse.
- 2- Calculer la valeur V célérité de la lumière dans le prisme.
- 3- Trouver la valeur λ_1 longueur d'onde lumineuse au cours de la propagation dans le prisme.
- 4- Qu'observe-t-on si on remplace la lumière monochromatique par la lumière blanche ? quel est le nom de ce phénomène ?

Exercice 3 : On réalise une expérience de diffraction de la lumière par une source laser monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ . On pose à quelques centimètres de la source un fil mince de diamètre a , le fil est distant d'un écran de $D=5.54m$.

I- On éclaire le fil par le laser et on observe des taches de diffraction. la largeur de la tache centrale est L .

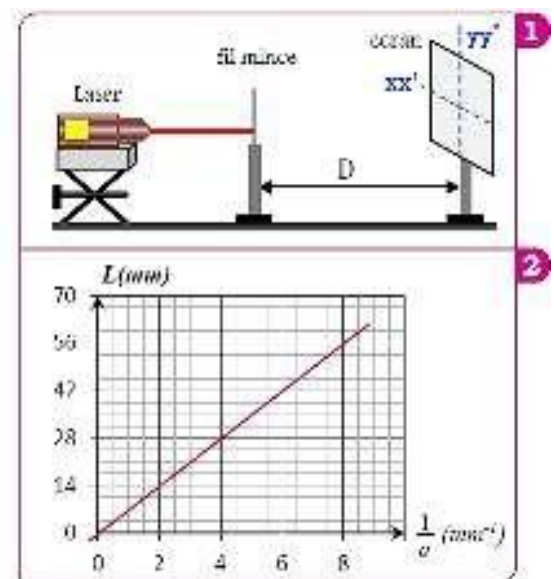
- 1- La diffraction est-elle observée sur l'axe xx' ou sur yy' ?
- 2- Quelle est la nature de la lumière mise en évidence par la diffraction ?
- 3- Expliquer en utilisant un schéma l'écart angulaire θ , la largeur de la tache centrale L et la distance D entre le fil et l'écran.
- 4- Exprimer la largeur L en fonction de a , D , et λ . (on prend $\tan\theta \approx \theta$).

II- On utilise des fils de différents diamètres et on mesure la largeur L de la tache centrale pour chaque fil et on trace le diagramme (fig2)

qui représente les variations de L en fonction de $\frac{1}{a}$.

- 1- Déterminer la longueur d'onde λ . Est-ce qu'elle appartient au domaine visible ?

1- On répète la même expérience en remplaçant le fil par un cheveu de diamètre d . la mesure de la tache centrale a donné la valeur $L'=42mm$. déterminer d .



Exercice 4 : Pour déterminer la célérité d'une onde lumineuse dans une fibre optique de longueur $L=200m$ on réalise le montage de la figure 1. Les capteurs R_1 et R_2 montés aux extrémités du fibret permettent de transformer l'onde lumineuse à un signal électrique visualisé par l'oscilloscope.

Données :

- * la sensibilité horizontale : $0.2\mu s/div$.
- * La célérité de la lumière dans le vide : $c=3.10^8 m. s^{-1}$.
- * La longueur d'onde dans le vide : $\lambda_0=600 nm$.

1-En exploitant la figure 2 :

1-1-Déterminer le retard τ entre R_1 et R_2 .

1-2-Calculer V la célérité de propagation de l'onde lumineuse dans la fibre optique.

1-3-Déduire l'indice de réfraction n de la fibre optique.

1-4-Calculer la longueur d'onde lumineuse λ au cœur de la fibre optique.

2-La fibre optique est un milieu transparent son indice de réfraction varie en fonction de la longueur d'onde selon la relation suivante :

$$n = 1.484 + \frac{5,6 \cdot 10^{-15}}{\lambda_0^2} \text{ dans (SI).}$$

On remplace la source lumineuse par une autre de longueur d'onde $\lambda_0 = 400 \text{ nm}$ dans le vide sans changer le dispositif expérimental.

Trouver le retard τ' observé sur l'oscilloscope.

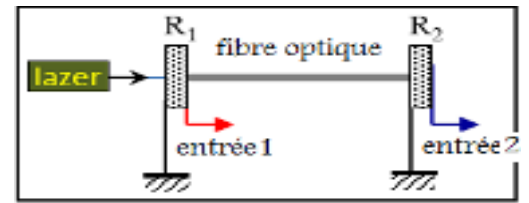


fig 1

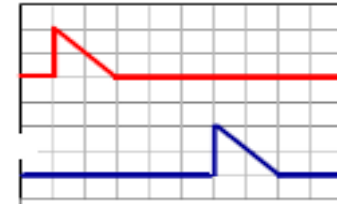


fig 2

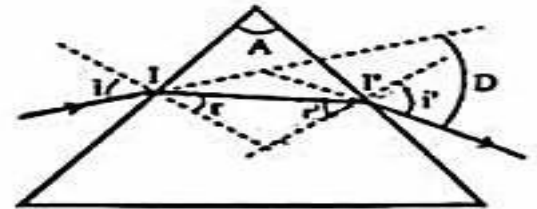
Exercice 5

Un rayon monochromatique arrive sur l'une des deux faces d'un prisme avec une incidence i ; puis il émerge de l'autre face avec un angle d'émergence i' , telle que $i' = i$.

1) Trouver l'expression de l'angle de sommet A en fonction r .

2) Trouver l'expression de la déviation D en fonction de i et de A .

3) En déduire l'expression de n , indice de réfraction du verre constituant le prisme. Calculer sa valeur avec $A = 60^\circ$ et $D = 39^\circ$.



Exercice 6 : On dispose d'étudier les conditions de dispersion de la lumière blanche par un prisme pour lequel la réfraction est **1,680 (pour radiation bleue)** et **1,596 (pour radiation rouge)**. Les notations adaptées pour les angles sont données sur le **schéma ci-contre** : On envoie sur une face du prisme d'angle $A = 50^\circ$ un mince faisceau de lumière blanche d'indice $i_1 = 45^\circ$.

1- Calculer l'angle de réfraction i_{2B} pour la radiation bleue puis l'angle de réfraction i_{2R} pour la radiation rouge.

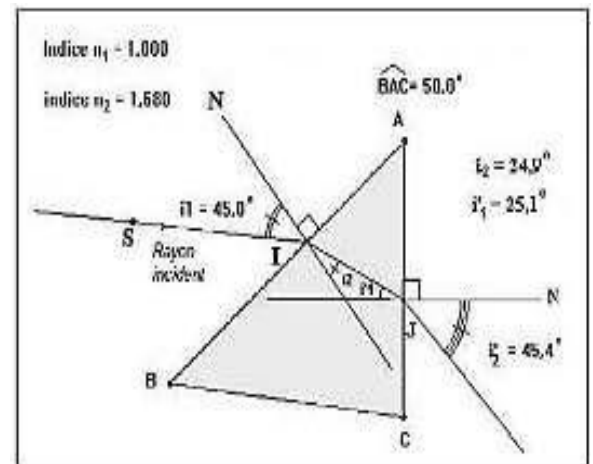
2- Pour les deux radiations, en déduire la déviation due à la première surface de séparation traversée.

3- Dans le cas de la radiation bleue, l'angle d'indice sur la face de sortie du prisme, i_1' vérifie la relation $A = i_2 + i_1'$; En déduire la valeur numérique de i_1' pour chaque radiation étudiée.

4- Quels sont les valeurs des angles de sortie du prisme i_{2B}' et i_{2R}' pour chaque radiation.

5- Calculer la déviation D subie par le pinceau incident à sa sortie du prisme en fonction de i_1 , i_2' et A .

6- Déduire les déviations subies respectivement par la lumière bleue et par la lumière rouge.



*****CORRECTION*****

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

