

Introduction : L'arc en ciel provient de la lumière du soleil qui rencontre les gouttelettes d'eau. - La lumière est-elle une onde ? - Comment expliquer le phénomène d'arc en ciel et l'irisation observé sur un cédérom exposé à la lumière ?



I. Diffraction de la lumière :

Activité : On éclaire une fente, de largeur a variable, par un faisceau de laser comme illustré par la figure ci-contre.

1. Qu'observez-vous sur l'écran lorsque la largeur de la fente devient grande ?

2. Qu'observez-vous sur l'écran lorsque la largeur de la fente devient petite ?

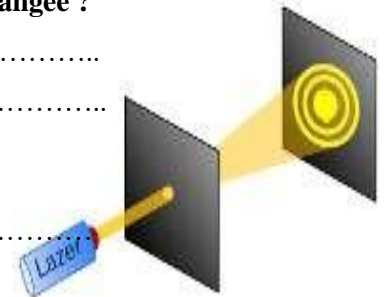
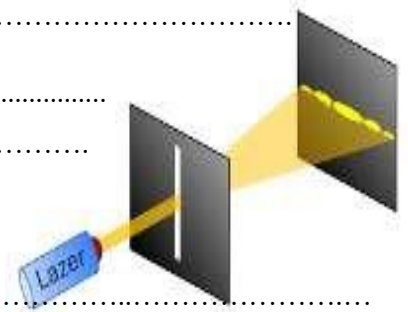
3. En remplaçant la fente par une plaque contenant un trou circulaire.

Qu'observez-vous ?

4. Est-ce que la direction de propagation de la lumière (avant et après la fente) a changée ?

5. Avez-vous déjà rencontré comme ce phénomène dans le cas des ondes mécaniques ? Donne le nom de ce phénomène.

6. Que peut-on conclure à propos de la nature de la lumière ?



Conclusion :

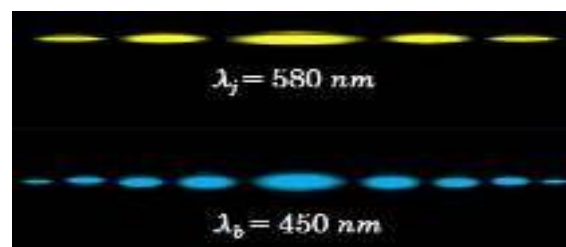
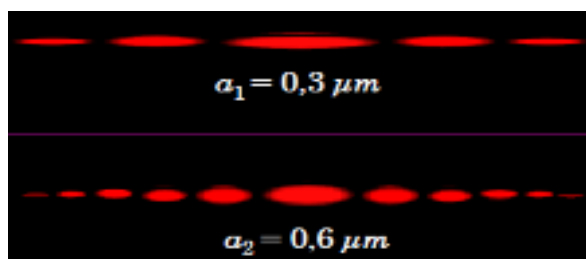
Le phénomène de..... montre que la lumière a un La lumière peut donc être caractérisée comme toutes les ondes, par sa, sa et sa
On obtient la diffraction de la lumière par une fente de largeur a lorsqu'elle est :

II. Etude de la diffraction d'un faisceau laser par une fente :

1. Les facteurs influençant la diffraction d'un faisceau laser par une fente : _

On constate expérimentalement que :

- La largeur de la tâche centrale.....avec la longueur de l'onde lumineuse.
- La largeur de la tâche centrale lorsque la largeur de la fente



2. Etude de la diffraction d'un faisceau laser par une fente:

a. L'écart angulaire :

L'écart angulaire θ est l'angle sous lequel on voit la moitié de la tâche centrale depuis la fente de diffraction.

À partir de la figure on a :

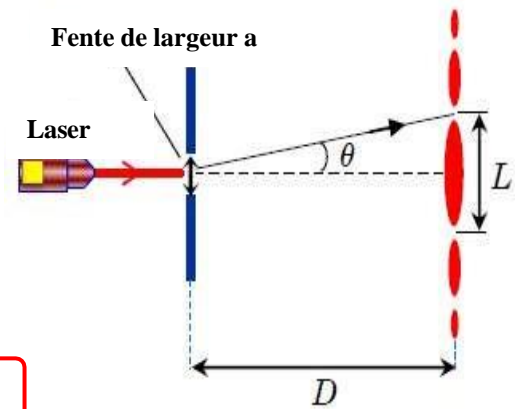
Pour les angles petits tel que :

On peut écrire avec approximation :

Donc la relation précédente s'écrit :

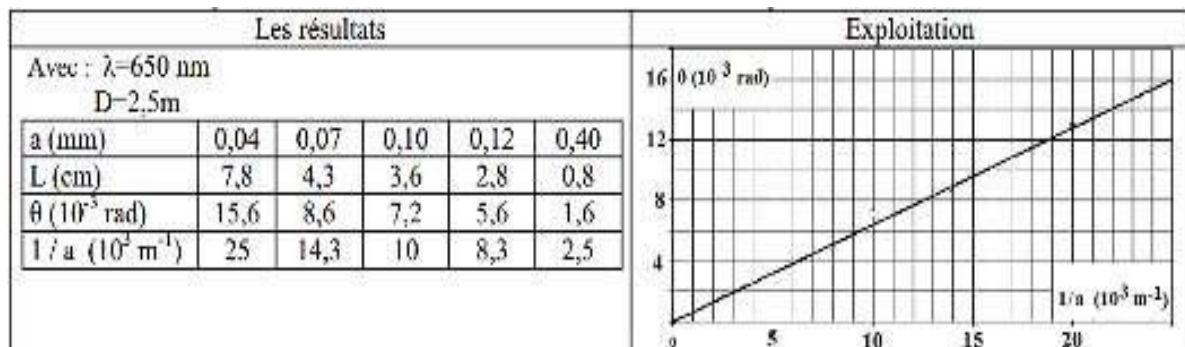
Donc :

.....



b). Relation entre l'écart angulaire et la largeur de la fente

activité : On fait varier la largeur a de la fente et on mesure les valeurs de L correspondantes.



Exploitation : Déterminer l'équation de la fonction $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$, que peut-on conclure.

C). Expression de la largeur de la fente :

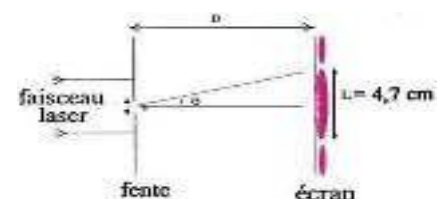
Remarques :

- Dans le cas de diffraction par un trou circulaire, l'écart angulaire est donné par la relation suivante : $\theta = ..$

- Dans le cas de la diffraction par un fil de diamètre d , l'écart angulaire est donné par la relation suivante: $\theta = ...$

- Si l'ouverture (ou la fente) est **horizontale**, la tache de diffraction est **verticale**, et vice-versa.

Application 1 : On place sur un faisceau laser une fente de dimension $a = 0,08 \text{ mm}$. On place après la fente un écran. La distance entre la fente et l'écran est $D = 3 \text{ m}$, La figure obtenue sur l'écran est représentée sur la figure ci-contre : **Calculer la longueur d'onde de ce faisceau laser.**



III. Caractéristiques des ondes lumineuses :

1. Définition de la lumière

La lumière n'est une onde, c'est une onde qui se propage dans les milieux et dans le La vitesse de propagation de la lumière dépend du milieu de propagation.

Exemple :

- La vitesse de propagation de la lumière dans le vide (et dans l'air) est : $C = 3.10^8$ m/s. (on l'appelle célérité)
- La vitesse de propagation de la lumière dans le verre est : $V_{\text{verre}} = 2.10^8$ m/s.
- La vitesse de propagation de la lumière dans l'eau est : $V_{\text{eau}} = 2,25.10^8$ m/s

2. Lumière monochromatique et lumière polychromatique :

a. Lumière monochromatique :

Toute radiation lumineuse ayant une seule couleur est dite **monochromatique**. Elle est caractérisée par sa fréquence ν qui ne change pas avec le milieu de propagation.

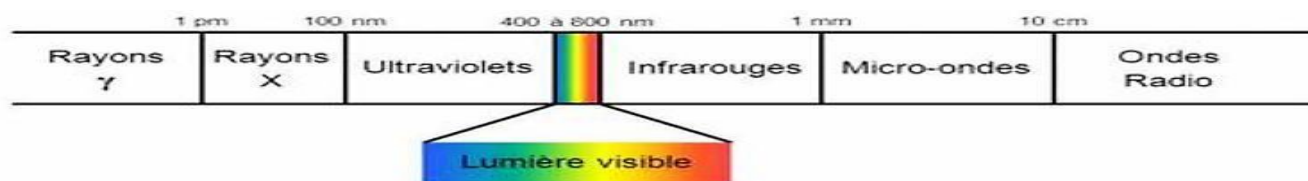
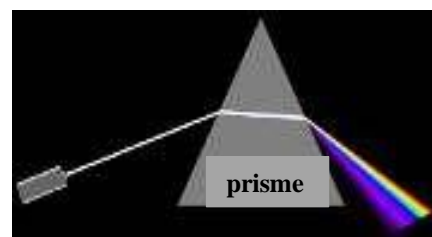
Exemple : Le laser est une source de la lumière monochromatique.

Remarque : La longueur d'onde d'une lumière monochromatique dépend du milieu de propagation, (car la vitesse v de propagation de la lumière dépend du milieu de propagation).

Si le milieu de propagation est le vide .Donc :.....avec : λ_0 est la longueur de l'onde lumineuse dans le vide.

b. Lumière polychromatique :

La lumière blanche (visible) est une lumière polychromatique composée de plusieurs radiations monochromatiques.



Exemple : La lumière du soleil, celle de la lampe à incandescence ou de la bougie.

Le domaine de la lumière blanche (visible) est :

À l'extérieur de ce domaine la lumière est invisible.

Le domaine de l'infrarouge est :

Le domaine de l'ultraviolet est :

3. Indice de réfraction :

chaque milieu transparent est caractérisé par son indice de réfraction qui donné par la relation suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} n : \\ c : \\ v : \end{array} \right. \quad \boxed{.....} \quad n \geq 1$$

Dans le vide, on a : (1) Or dans un milieu donné, on a..... (2)

En divisant (1) par (2) , on trouve :

Avec : Alors :

Donc l'indice de réfraction d'un certain milieu dépend de la longueur d'onde (et la fréquence) de l'onde lumineuse dans lequel se propage.

Exemple :

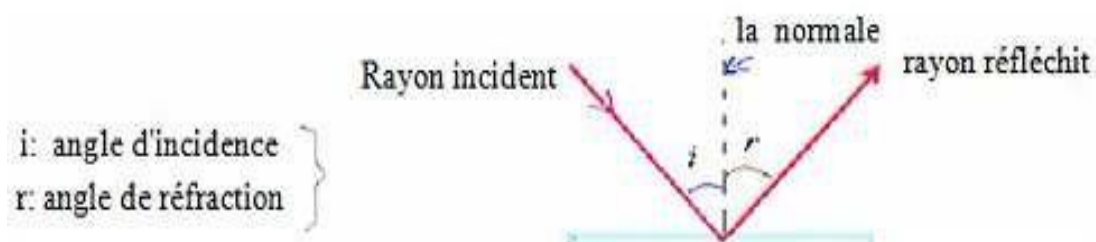
	L'air	L'eau	Le verre
Vitesse de propagation (m/s)	3.10^8	$2,25.10^8$	2.10^8
Indice de réfraction	.....	.....	.....

Rayon	Rouge	Orange	Jaune	Bleu	Violet
Longueur d'onde λ (nm)	768	656	589	486	434
Indice de refraction n	1,618	1,627	1,629	1,641	1,652

V. Réflexion et Réfraction de la lumière :

1. Réflexion de la lumière (Rappel):

Lorsqu'on envoie un faisceau lumineux obliquement sur la surface réfléchissante d'un miroir plan horizontale, il se réfléchit



Lois de la réflexion

1^{ère} loi : Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale au plan réfléchissant se trouvent dans le même plan.

2^{ème} loi: l'angle d'incidence est égale à l'angle de réflexion. ($i=r$).

2. Réfraction de la lumière (Rappel):

Expérience : On immerge partiellement un crayon dans un cristalliseur plein d'eau.

- Le crayon semble être brisé au niveau de la surface libre de l'eau,
- Cette expérience illustre le phénomène de réfraction de la lumière

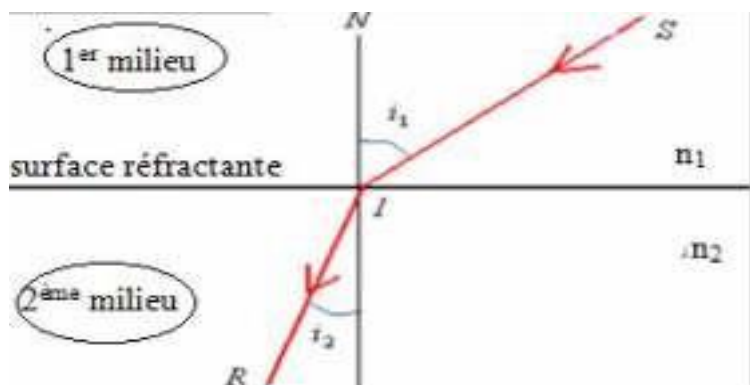


Définition « La réfraction est le changement de direction que subit un rayon lumineux quand il traverse la surface de deux milieux transparents différents. Un rayon perpendiculaire à la surface n'est pas dévié ».

3. Lois de Descartes de la réfraction:

1^{ère} loi : Le rayon incident le rayon réfracté se trouvent dans le même plan.

2^{ème} loi : L'angle d'incidence et l'angle de réfraction sont liés par la relation suivante:



SI: rayon incident
IR: rayon réfracté
I: point d'incidence.
IN: la normale au point d'incidence
 n_1 : indice de réfraction du 1^{er} milieu .
 n_2 : indice de réfraction du 2^{ème} milieu .
 i_1 : angle d'incidence angle de réfraction
 i_2 : angle de réfraction .

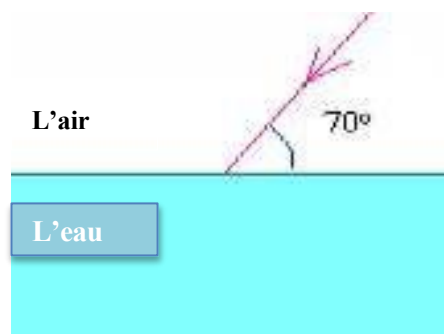
-Lorsque la lumière passe d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent ($n_2 > n_1$) , le rayon réfracté s'approche de la normale.

-Lorsque la lumière passe d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent ($n_2 < n_1$) , le rayon réfracté s'écarte de la normale.

Application: On envoie un faisceau de lumière de telle façon qu'il forme un angle de 70° avec la surface de l'eau. Sachant que l'indice de réfraction de l'air est $n_a = 1$ et celui de l'eau est $n_e = 1,33$,

- Déterminer la valeur de l'angle de réfraction.
- Quelle sera la valeur de l'angle d'incidence si l'angle de réfraction est égal à 30° ?

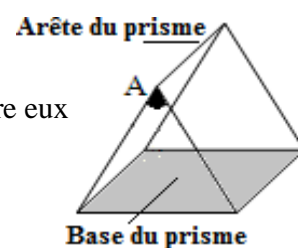
Réponses :



VI. Dispersion de la lumière

1. Le prisme

Le prisme est un milieu transparent et homogène, limité par deux plans inclinés définis entre eux un angle A s'appelle l'angle du prisme. La face opposée à l'arête est la base du prisme.



1. Relations caractéristiques de prisme :

On envoie un faisceau de lumière monochromatique sur la face d'un prisme, on constate que le faisceau subit une réfraction sur la première face puis sur la deuxième face puis dévie vers la base du prisme.

En appliquant la loi de réfraction sur la première face du prisme :

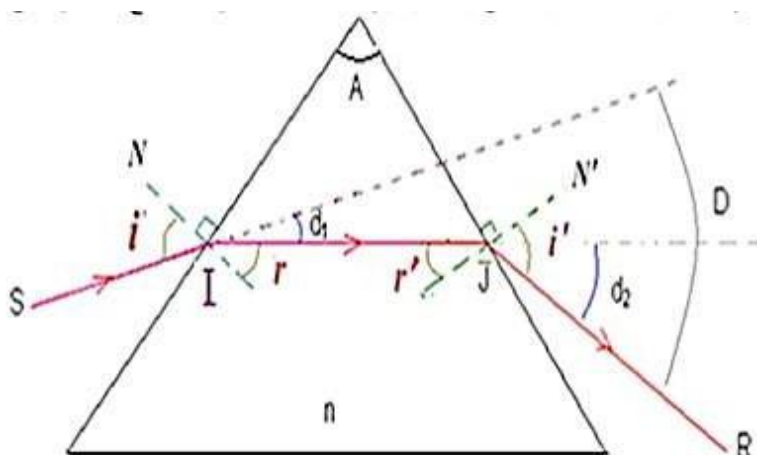
.....

(1)

En appliquant la loi de réfraction sur la deuxième face du prisme :

.....

(2)



- i : L'angle d'incidence sur la 1^{ère} face
- r : L'angle de réfraction sur la 1^{ère} face
- r' : L'angle d'incidence sur la 2^{ème} face
- i' : L'angle de réfraction sur la 2^{ème} face
- A : L'angle de prisme
- D : L'angle de déviation
- n : L'indice de réfraction du prisme

Déterminons A l'angle du prime : Dans le triangle AIJ, on a :

donc

.....

(3)

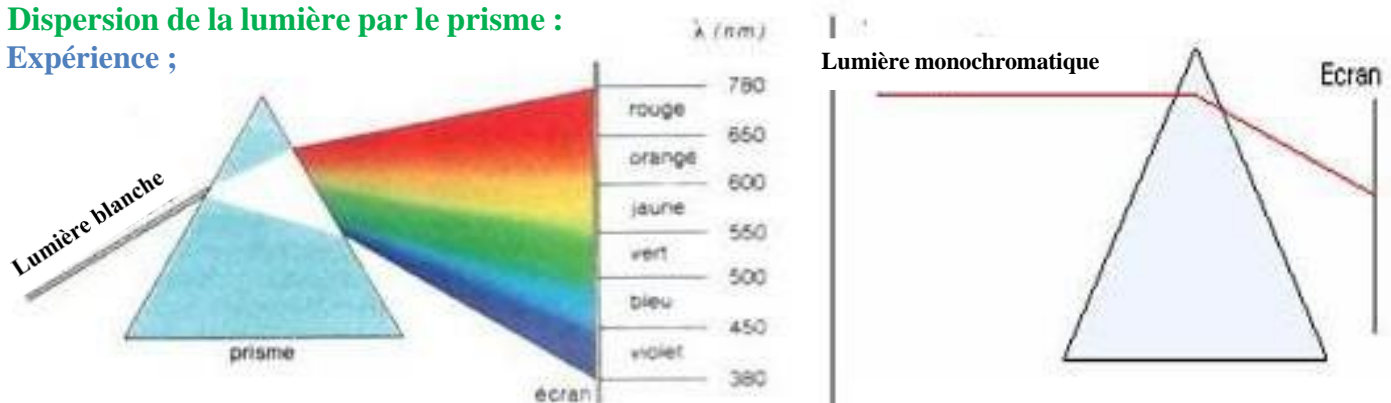
L'angle de déviation $D = d_1 + d_2$:

.....

(4)

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 $\lambda = \frac{v}{f}$) 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 ?