

Propriétés des ondes

La diffraction de la lumière

1- Ouverture circulaire

On dispose d'un laser émettant de la lumière de longueur d'onde de $\lambda_R=632,8\text{nm}$ (laser rouge).

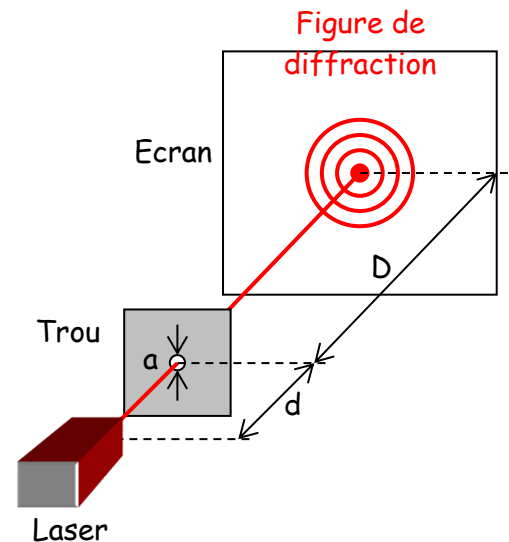
On dirige le faisceau du laser vers un objet, percé d'un petit trou de diamètre a , placé à une distance d .

On observe sur l'écran, placé à une distance D du trou, une figure de diffraction.

Ce phénomène se produit lorsque la lumière passe par une ouverture de petite taille.

La lumière du laser a été diffractée.

On constate que la largeur des taches de diffraction augmente lorsque le diamètre du trou diminue.



2- Ouverture en forme de fente

On dispose d'un laser émettant de la lumière de longueur d'onde de $\lambda_R=632,8\text{nm}$ (laser rouge).

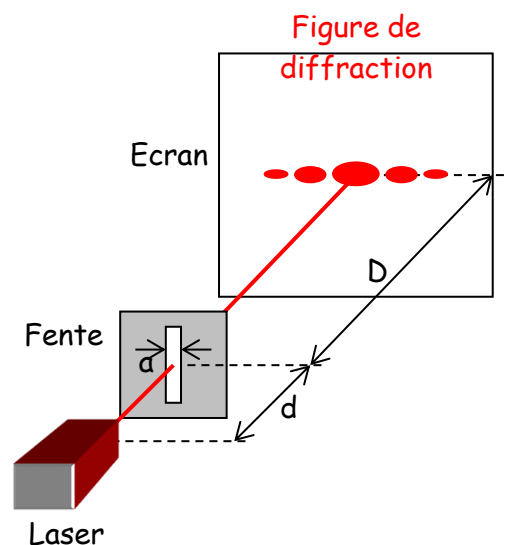
On dirige le faisceau du laser vers un objet, percé d'une fente de largeur a , placé à une distance d .

On observe sur l'écran, placé à une distance D de la fente, une figure de diffraction.

La lumière du laser a été diffractée.

La figure de diffraction est constituée d'une tache centrale double des taches voisines.

Ces taches sont alignées selon une direction perpendiculaire à la fente.



On constate que plus la largeur des taches de diffraction augmente lorsque la largeur de la fente diminue.

On constate que la largeur des taches de diffraction augmente avec la longueur d'onde.



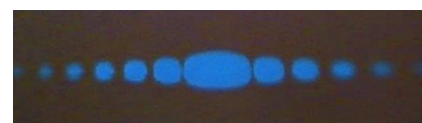
Laser rouge

$$\lambda = 632 \text{ nm}$$

Fente de largeur a 

Laser rouge

$$\lambda = 632 \text{ nm}$$

Fente de largeur $a' < a$ 

Laser bleu

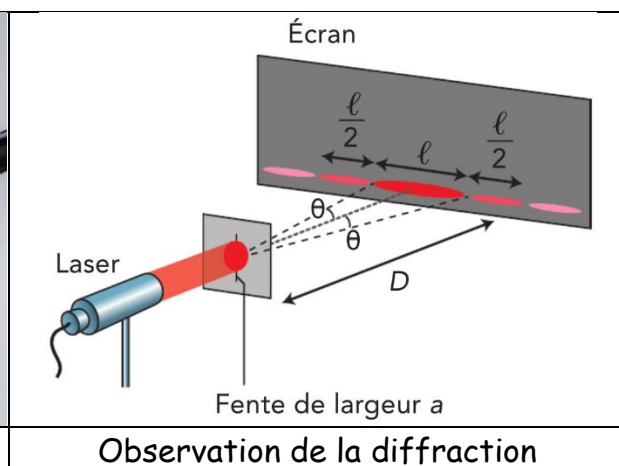
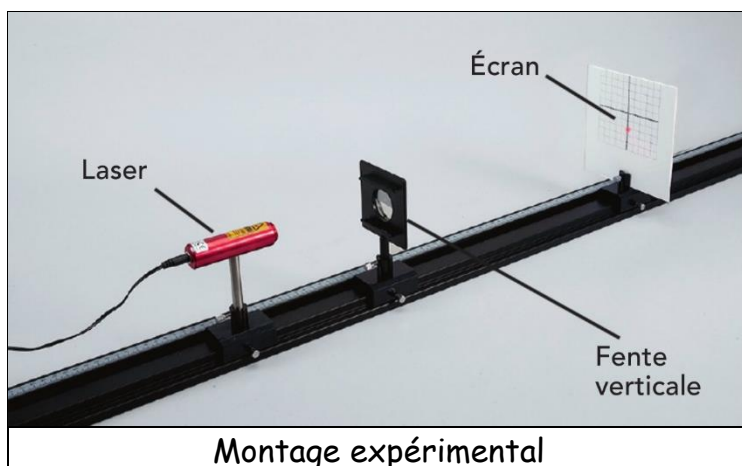
$$\lambda = 532 \text{ nm}$$

Fente de largeur a'

Quand la dimension de l'objet diffractant diminue, ou que la longueur d'onde de la lumière monochromatique incidente augmente, les effets du phénomène de diffraction augmentent.

3- Etude détaillée de la diffraction par une fente

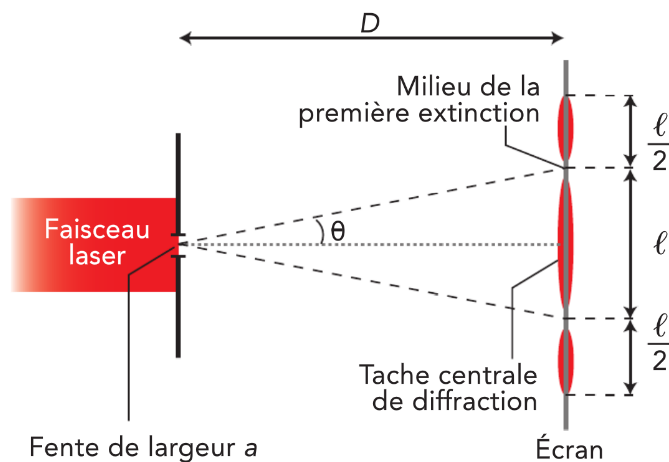
On dirige le faisceau d'un laser, émettant de la lumière de longueur d'onde λ , vers un objet, percé d'une fente de largeur a , placé à une distance d . On dispose un écran à la distance D de la fente.



La distance D entre l'objet diffractant et l'écran est très grande par rapport à la dimension a de l'objet diffractant ($D \gg a$).

La figure de diffraction observée sur l'écran est constituée d'une tache centrale, de largeur ℓ .

Les taches sont alignées selon une direction perpendiculaire à la fente.



L'écart angulaire θ sous lequel est observée la moitié de la tache centrale depuis l'objet diffractant est donné par la relation:

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad \left| \begin{array}{l} \theta: \text{Ecart angulaire (rad)} \\ \lambda: \text{Longueur d'onde (m)} \\ a: \text{Dimension de l'objet diffractant (m)} \end{array} \right.$$

D'après le schéma on a:

$$\tan\theta = \frac{\ell/2}{D}$$

Si l'angle θ est petit alors on a $\tan\theta \approx \theta$ et donc:

$$\theta = \frac{\ell}{2D}$$

On en déduit la relation donnant la largeur ℓ de la tache centrale de diffraction en fonction de la longueur d'onde λ , de la distance D et de la dimension a de l'objet diffractant:

$$\ell = \frac{2 \cdot \lambda \cdot D}{a}$$

Remarque: Dans cette relation toutes les distances sont en mètres.

4- Condition d'observation du phénomène de diffraction

Le phénomène de diffraction dépend du rapport entre la longueur d'onde λ de la lumière incidente et la dimension a de l'objet diffractant (fente, trou, fil, cheveu, etc.).

Pour une onde monochromatique dans le domaine du visible et une fente de largeur de l'ordre du centimètre on observe sur l'écran un point lumineux où se concentre toute la lumière. Dans ce cas la fente n'a pas d'effet perturbateur visible.

Si on utilise des fentes de largeurs décroissantes, les taches de diffraction apparaissent progressivement sur l'écran, et croissent à mesure que la largeur de la fente se rapproche de la longueur d'onde de la lumière incidente.

Plus la dimension a de l'objet diffractant se rapproche de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde λ de la lumière incidente, plus la diffraction est importante.

5- Diffraction de la lumière blanche

Si on envoie un faisceau de lumière blanche sur une fente fine et longue, on observe sur l'écran des taches irisées. Chaque radiation de longueur d'onde λ donne sa propre figure de diffraction. La tache centrale est blanche mais bordée de rouge. En effet, au centre, toutes les radiations sont présentes mais la tâche rouge est plus large que les autres. Les taches latérales sont également irisées.

Lorsqu'on observe la lumière du soleil à travers un voilage de tergal, on obtient aussi une diffraction, avec des taches irisées bordées de rouge d'un côté et de violet de l'autre, formant une croix.

6- Conclusion

La diffraction de la lumière par une ouverture ou un obstacle impose une limite à la validité du principe de propagation rectiligne de la lumière et amène à faire l'hypothèse que la lumière se propage comme une onde.

On admettra qu'une onde lumineuse est une onde électromagnétique. La grandeur physique qui se propage, même dans le vide, est un champ électrique associé à un champ magnétique. Comme toute onde, une onde lumineuse transporte de l'énergie dite rayonnante.

L'œil humain est sensible aux ondes électromagnétiques de fréquences comprises entre $3,75 \cdot 10^{14}$ Hz (rouge) et $7,50 \cdot 10^{14}$ Hz (violet).

