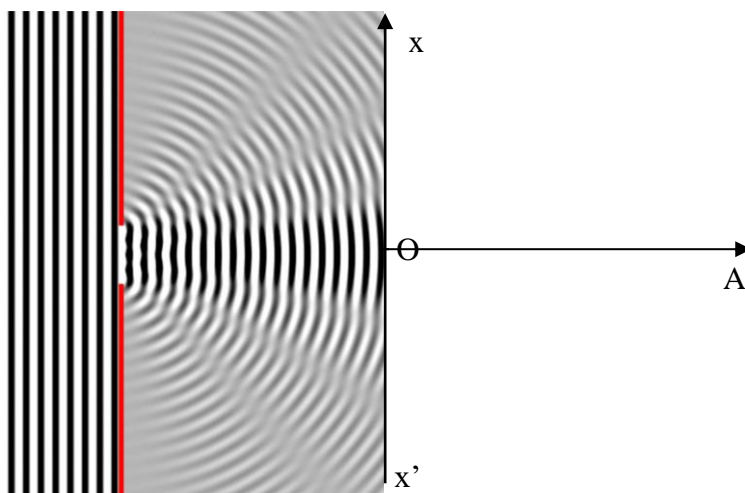


Exercices du cours diffraction

1. Diffraction des ondes se propageant à la surface de l'eau

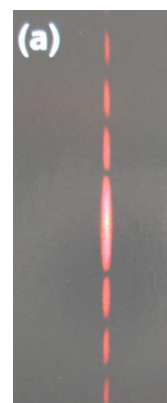
Visualisons la propagation d'une onde à la cuve à onde. L'onde rencontre un obstacle : il s'agit d'une « fente » qui va la diffracter.



- a. Quel est l'effet de la fente sur la direction de propagation ?
La direction de propagation est élargie.
- b. Quelle est la longueur de l'onde diffractée à celle de l'onde incidente.
La longueur d'onde de l'onde diffractée est la même que la longueur d'onde de l'onde incidente.
- c. Quelle doit être la largeur de la fente pour observer le phénomène ?
La largeur de la fente doit être du même ordre de grandeur que la longueur d'onde.
- d. On place un écran sur le trajet des ondes diffractées. L'écran est symbolisé par l'axe $x'x$ sur le schéma. Que remarque-t-on au sujet de l'amplitude A de l'onde qui arrive au niveau de l'écran ? Tracer approximativement $A = f(x)$. (Rq : plus les stries sont contrastées sur la photo, plus l'amplitude de l'onde est importante).

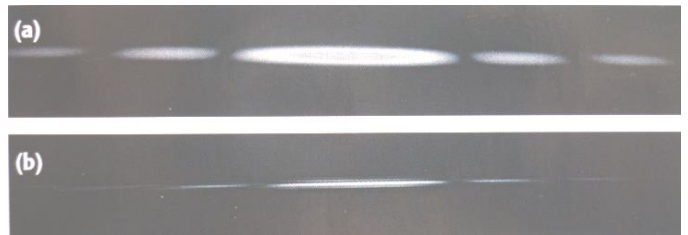
2. Les figures (a) et (b) ont été obtenues lors d'expérience utilisant une fente et un laser.

- a. Quelle est l'orientation de la fente lors de chaque expérience ?
- b. Si les expériences ont été réalisées avec le même laser et que la distance entre le laser et la fente est restée la même, quelle figure a été obtenue avec la fente la plus large ?
- c. Si les expériences ont été réalisées avec la même fente et le même laser, quelle figure correspond à la plus grande distance entre la fente et le laser ?



- a. Cas (a) : fente horizontale ; Cas (b) fente verticale
- b. Largeur de la tache de diffraction inversement proportionnelle à l'épaisseur de la fente ; dans le cas (a) la fente est + grande (largeur tache centrale + petite).
- c. cas (b) : écran plus éloigné.

3. Lors d'une expérience de diffraction, on a obtenu le cliché de la figure (a) ci-dessous. En changeant uniquement le laser, on a obtenu le cliché de la figure (b).
- Quel cliché correspond au laser de plus grande longueur d'onde ?
 - La longueur d'onde de la lumière de l'un des lasers est de 650nm et les deux lasers émettent des radiations dans le domaine du visible. Quelle est la longueur d'onde du second laser ?



Rappel : $L = 2\lambda D / a$

- cas (a) : obtenu avec + grande longueur d'onde (L proportionnelle à λ)
- $\lambda = 650\text{nm}$ $\lambda' = ?$

D'après la relation du cours :
$$\frac{L'}{L} = \frac{\frac{2\lambda' D}{a}}{\frac{2\lambda D}{a}} = \frac{\lambda'}{\lambda}$$

En mesurant les largeurs sur la photo, on arrive à $L_a/L_b = 1,27$
 n en déduit donc que $\lambda_a/\lambda_b = 1,27$

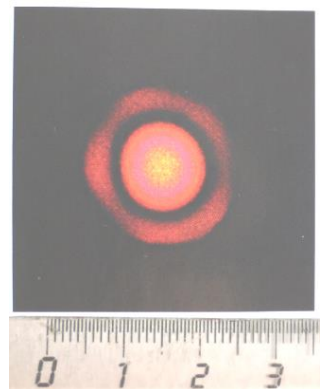
Si $\lambda_a = 650\text{nm}$ alors $\lambda_b = 826\text{nm}$ ce qui ne correspond plus à de la lumière visible.

On en déduit donc que :

$$\lambda_b = 650\text{nm} \quad \text{et} \quad \lambda_a = 512\text{nm}$$

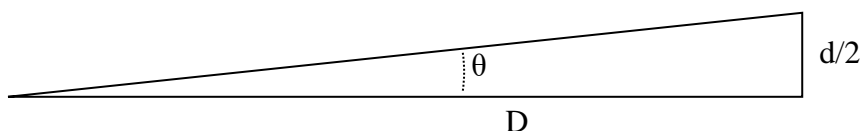
4. La photographie ci-contre représente la figure obtenue lors d'une expérience de diffraction de la lumière monochromatique d'un laser traversant un trou de diamètre a . L'écran est situé à la distance $D=2,2\text{m}$ du trou. La demi-largeur angulaire de la tache centrale de diffraction est donnée, dans ce cas, par la relation :

$$\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{a}$$



- Quelle relation existe-t-il entre la demi-largeur angulaire θ du faisceau diffracté, le diamètre d de la tache observée sur l'écran, et la distance D séparant le trou de l'écran.
- La longueur d'onde dans le vide du laser utilisé est $\lambda = 633\text{nm}$. Déterminer le diamètre d de la tache observée sur l'écran. Calculer le diamètre a du trou
- Le même trou est éclairé par un autre laser, on obtient une tache centrale de diamètre $d'=2,0\text{cm}$. Quelle est la longueur d'onde λ' de la lumière émise par ce laser ?

a.



Dans le triangle rectangle ci-dessus : $\tan \theta = \frac{d}{2D}$

or $\tan\theta \approx \theta$

d'où $\theta \approx \frac{d}{2D}$

b. Le diamètre de la tache mesuré sur la photo est de 1,1cm

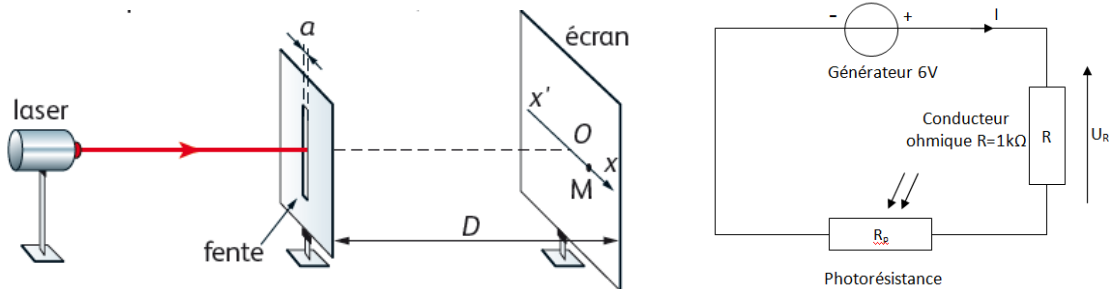
A partir de la relation précédente et de la relation donnée, on a: $1,22 \cdot \frac{\lambda}{a} \approx \frac{d}{2D}$

d'où $a \approx \frac{1,22 \times 2 \cdot D \cdot \lambda}{d}$ A.N. $a = 2,8 \times 10^{-4} m = 280 \mu m$

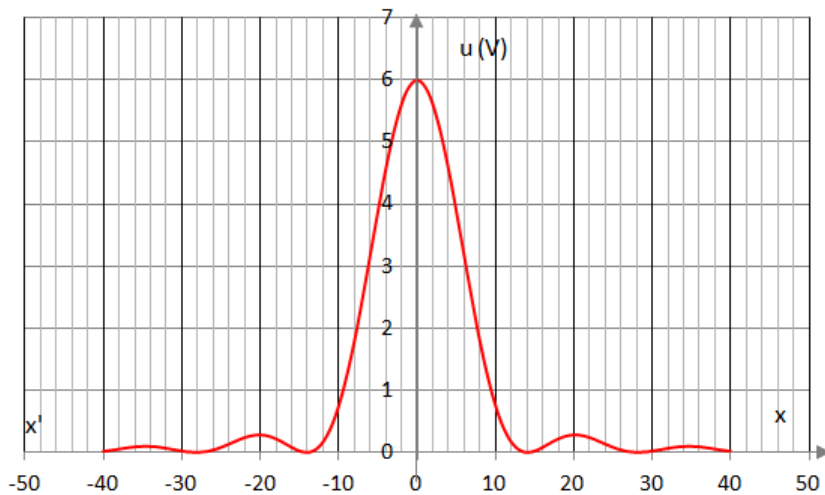
c. On peut écrire : $\frac{1,22 \cdot \frac{\lambda}{a}}{1,22 \cdot \frac{\lambda'}{a}} = \frac{\frac{d}{2D}}{\frac{d'}{2D}}$ d'où $\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{d}{d'}$

et donc $\lambda' = \frac{d'}{d} \cdot \lambda$ A.N. $\lambda' = 2,0 / 2,1 \times 633 = 602 \text{ nm}$

5. Le Laser Hélium Néon émet une lumière rouge de longueur d'onde dans le vide $\lambda=633\text{nm}$. Une fente de largeur a est placée sur le trajet du faisceau lumineux produit par le laser. Un écran est placé à la distance $D=2,00\text{m}$ de la fente ?



On déplace un circuit comportant une photorésistance et un voltmètre le long de l'axe $x'Ox$. La tension mesurée au voltmètre est proportionnelle à l'intensité lumineuse reçue par photorésistance. On obtient la courbe de mesure ci-dessous



Déterminer la largeur de la fente.

Le résultat est-il cohérent avec les conditions d'observation du phénomène de diffraction des ondes lumineuses ?

La largeur de la tache centrale de diffraction est $L=28\text{mm}$

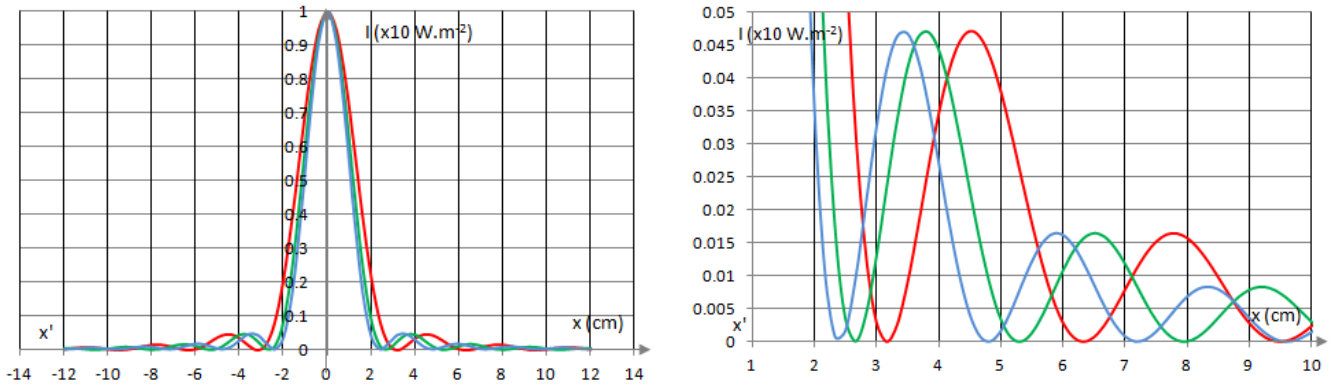
La largeur de la fente est $a = \frac{2\lambda D}{L}$ A.N. $a = \frac{2 \times 633 \times 10^{-9}}{28 \times 10^{-3}} = 4,5 \times 10^{-5} \text{ m}$ soit $45 \mu m$.

On peut remarquer que $\frac{a}{\lambda} = \frac{45 \times 10^{-6}}{633 \times 10^{-9}} = 71$: Le résultat est cohérent avec les conditions

d'observation du phénomène de diffraction : le critère est moins restrictif que pour les ondes mécaniques ; la diffraction est observable pour des obstacles de dimensions 100 fois plus grandes que la longueur d'onde.

6. Interférences en lumière blanche (ex n°26 P 87)

Une fente verticale de largeur $a=40\mu\text{m}$ est éclairée en lumière blanche. Si on étudie l'intensité de la figure de diffraction obtenue, sur un ae $x'Ox$ perpendiculaire à la fente, on obtient la figure ci-dessous :



Remplir le tableau ci-dessous qui a pour but de déterminer la couleur observée sur l'écran pour certaines valeurs de x :

Abscisse	$X = 0$	$X=5\text{cm}$	$X=6\text{cm}$	$X=7\text{cm}$
I_{Rouge}	1	0,04	0,003	0,010
I_{Vert}	1	0,003	0,010	0,010
I_{Bleu}	1	0,003	0,016	0,001
Couleur	Blanche	Rouge	Cyan	Jaune

Vérifier en utilisant la figure de diffraction ci-dessous :

