

EX1

On dispose d'un laser hélium-néon de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. On interpose entre le laser et un écran (E), à la distance $D = 1,60 \text{ m}$ de l'écran, une fente verticale de largeur a . Sur l'écran, on observe une tache lumineuse centrale de largeur L , ainsi qu'une série de taches lumineuses plus petites, de part et d'autres de la tache centrale (Figure B - 1).

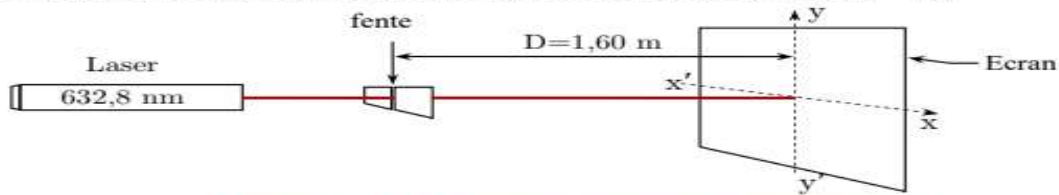


Figure B - 1: Schémas du montage expérimental

- 1- Nommer le phénomène observé lors de cette expérience.
- 2- Sur quelle direction (xx' ou yy') s'étalent les taches obtenues.
- 3- On réalise l'expérience avec une fente de largeur $a_1 = 0,040 \text{ mm}$; alors la tache centrale mesure $L_1 = 5,0 \text{ cm}$.
- 1.3- En traçant un schéma faisant apparaître l'écart angulaire θ , vérifier que $\tan(\theta) = 1,6 \cdot 10^{-2}$, déduire la valeur de θ en **radian**. Conclure.
- 2.3- Montrer la relation : $L = \frac{2 \cdot D \cdot \lambda}{a}$.
- 3.3- On réalise l'expérience, cette fois-ci, avec une fente de largeur inconnue a_2 ; alors la tache centrale mesure $L_2 = 2,5 \text{ cm}$. Quelle est la largeur a_2 de la fente inconnue ?
- 4.3- On remplace le laser par une source de lumière blanche. Obtient-t-on une tache centrale :

- | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| a- composée d'une seule couleur | b- Irisée | c- Sombre |
|---------------------------------|-----------|-----------|

Copier la bonne réponse

EX2

Le LASER (acronyme de l'anglais Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) est depuis 50 ans, un outil indispensable utilisé dans de nombreux domaines (transfert d'information par fibre optique, métrologie, applications médicales, militaires, nucléaires ou artistiques...). Le contrôle de la valeur de la longueur d'onde de la radiation émise est indispensable, sa précision peut même atteindre 10^{-8} nm dans certains cas !!

Le faisceau LASER éclaire une fente de largeur a (voir le schéma figure1). Sur un écran placé à la distance $D=1,50 \text{ m}$ de la fente, on observe une figure de diffraction constituée de taches lumineuses.

En modifiant la largeur a de la fente, on mesure la largeur ℓ de la tache centrale observée. Les résultats expérimentaux permettent de tracer la courbe $\ell = f(1/a)$ donnée sur la figure 2 suivant.

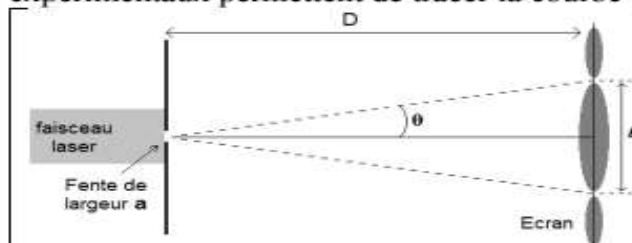


figure 1

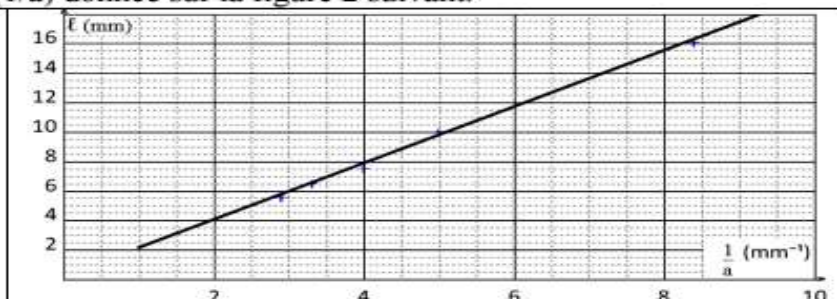


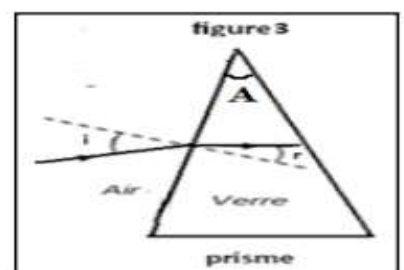
figure 2

- 1-A quelle condition le phénomène de diffraction est-il observé ?
- 2-En supposant l'angle θ petit, démontrer que $\ell = (2 \times D \times \lambda) \times \frac{1}{a}$. Pour les petits angles, $\tan(\theta) \approx \theta$ (en rad)

- 3- A partir de la courbe $\ell = f(1/a)$ donnée sur la figure ci-dessus, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ en m puis en nm.

2- On remplace la fente par un prisme d'angle $A=30^\circ$ en verre d'indice $n=1,62$ pour une radiation lumineuse précédente de longueur d'onde λ . Le rayon incident arrive depuis l'air en I et fait, après réfraction, un angle $r=30^\circ$ avec la normale.. (voir figure3).

- 2-1- Quelle est la célérité de la radiation lumineuse précédente dans le verre de prisme ?
 - 2-2- Combien de temps cette radiation met-elle pour traverser 10cm de ce verre ?
 - 2-3- En déduire la valeur de l'angle d'incidence au point I.
 - 2-4- Calculer D l'angle de déviation radiation lumineuse par prisme.
- Donnée : la célérité de la lumière dans l'air $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$



1-On réalise une expérience en utilisant un laser, une fente de largeur réglable et un écran blanc. Le dispositif est représenté ci-contre : Les mesures de la largeur de la fente a , de la distance de la fente à l'écran D et de la largeur de la zone lumineuse centrale L conduisent aux résultats suivants :

$a=0,200\text{mm}$; $D=2,00\text{m}$; $L=12,6\text{mm}$

1. Quel est le nom du phénomène observé?

2. L'angle θ étant petit et exprimé en radian, on peut utiliser l'approximation $\tan\theta \approx \theta(\text{rad})$. Calculer l'angle θ en radian.

3. Quelle est la relation liant l'angle θ , la longueur d'onde λ de la lumière et la largeur a de la fente ?

4. Calculer la longueur d'onde λ .

5. Quelle est la relation entre λ , c (célérité de la lumière dans le vide) et ν (fréquence de la radiation lumineuse)? Indiquer leurs unités dans le système international.

6. Exprimer la relation entre L et λ .

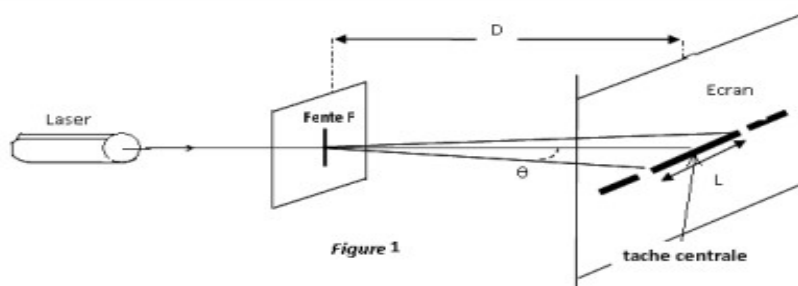


Figure 1

7. Quelles sont approximativement les longueurs d'onde dans le vide des radiations bleues et rouges?

8. Indiquer comment varie la largeur L lorsqu'on :

- remplace le laser émettant une lumière rouge par un laser émettant une lumière bleue?

- diminue la largeur de la fente a ?

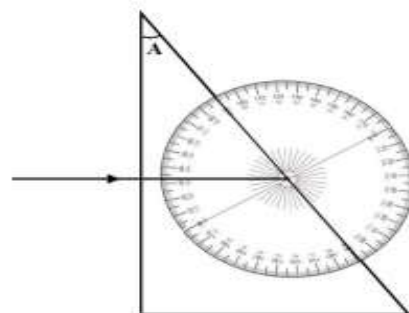
9- On envoie sur un prisme de verre un rayon de lumière blanche, celui-ci traverse le dioptre air-verre sans être réfracté mais il sera réfracté sur le dioptre verre-air.

On considère la radiation rouge et la radiation bleue contenues dans ce rayon de lumière blanche. On connaît les indices de réfraction du verre pour ces deux radiations : $n_{\text{(Rouge)}} = 1,5$; $n_{\text{(bleue)}} = 1,6$.

9.1. Pourquoi le rayon ne se réfracte pas lors de son passage au niveau du dioptre air-verre ?

9.2. Construisez, sur la figure jointe, les rayons rouge et bleu à la sortie du prisme. Vous justifierez vos constructions par les calculs adéquats.

9.3. Calculer l'angle que fait le rayon bleu avec le rayon rouge à la sortie du prisme



• Le caractère ondulatoire de la lumière fut établi au XIXe siècle par des expériences d'interférences et de diffraction montrant, par analogie avec les ondes mécaniques, que la lumière peut être décrite comme une onde.

1- Expérience de Fresnel

1.1. Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ?

1.2. Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer. Le phénomène est identique avec un fil et une fente de même largeur.

Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

2- Mesure de longueur d'onde par diffraction

• On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser vert émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

• À quelques centimètres du laser, on place des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par « a » le diamètre d'un fil.

• La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D=1,60\text{ m}$ des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale. À partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer la demi-ouverture angulaire θ du faisceau diffracté (Fig. 1).

2.1. Etablir la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.

L'angle θ étant petit, on peut considérer que $\tan\theta \approx \theta$ (avec θ en radians).

2.2. Donner la relation liant θ , λ et a et leurs unités.

2.3. On trace la courbe $\theta=f(1/a)$ (Fig. 2). Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question précédente.

2.4. En utilisant la figure 2, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de la lumière utilisée.

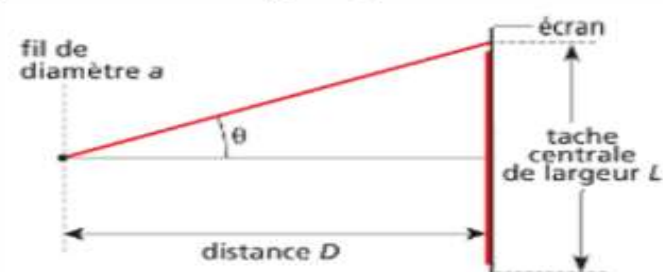


fig. 1

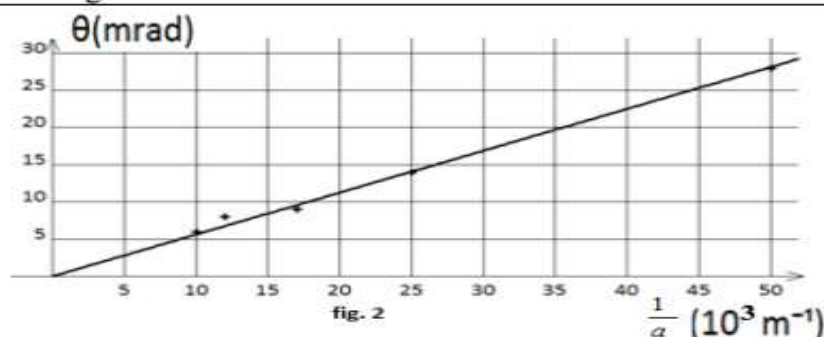


fig. 2