

<b>PARTIE OPTIQUE</b> <b>Durée Conseillée : 1 heure 15 min ( 6 points)</b>
---

On expose dans ce sujet différentes façons de mesurer une longueur d'onde inconnue, en utilisant un montage de diffraction ou un interféromètre de Michelson . Les parties A et B sont indépendantes.

#### A - DIFFRACTION - INTERFERENCES

1) - On réalise une expérience de diffraction (Figure 1). Un faisceau de lumière parallèle de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  arrive en incidence normale sur un écran E percé d'une fente de largeur  $a$  que l'on peut supposer infiniment longue. On étudie la diffraction à l'infini dans le plan focal de la lentille  $L_2$  de distance focale  $f=80$  cm.

On rappelle que l'expression de l'intensité en fonction de l'angle de diffraction  $\alpha$ , supposé petit, est :

$$I = I_0 \left( \frac{\sin \mu a}{\mu a} \right)^2 \quad \text{avec } \mu = \frac{\pi \alpha}{\lambda}$$

L'abscisse  $x$  d'un point tel que M est repérée par rapport au point origine  $F'_2$ .

1) a) Quelle est l'allure de la courbe de diffraction  $I(\alpha)$  obtenue dans le plan focal de la lentille  $L_2$  ?

b) Sur cette courbe, indiquer les expressions des angles correspondant aux minima d'intensité.

2) Quelle est la relation existant entre l'abscisse  $x$  du point M et l'angle de diffraction  $\alpha$  ? En tenant compte du fait que  $\alpha$  est petit, déduire l'expression donnant les abscisses des points d'intensité minimale.

3) Pour déterminer la largeur  $a$  de la fente, on l'éclaire en lumière parallèle par la raie verte du mercure ( $\lambda = 546,0$  nm).

On observe que les deux premiers minima d'intensité de part et d'autre du maximum central sont distants de  $\Delta x = 5,2$  mm. En déduire la largeur  $a$ .

4) Eclairant la même fente par une lumière de longueur d'onde inconnue, on trouve que la distance entre les minima limitant la tache centrale est désormais  $\Delta x' = 6,0$  mm. Quelle est la longueur d'onde  $\lambda'$  de ce rayonnement ? Quelle en est la couleur ?

II) On revient à la source monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  mais on remplace maintenant la fente utilisée précédemment par deux fentes  $F_1$  et  $F_2$  identiques dont la largeur  $a$  est de même valeur que celle trouvée au 1)3). on réalise ainsi l'expérience d'Young. Les centres des deux fentes sont distants de  $d > a$ . L'expression de l'intensité est désormais :

$$I = 4 I_0 \left( \frac{\sin \mu a}{\mu a} \right)^2 \cos^2(\mu d) \text{ avec } \mu = \frac{\pi \alpha}{\lambda}$$

1) Donner l'allure de la courbe  $I(x)$ .

2) Donner l'expression de l'abscisse des franges brillantes, en déduire celle de l'interfrange.

3) On relève 7 franges entières dans la tache centrale de diffraction, de largeur  $\Delta x = 5,2\text{mm}$ . Calculer la valeur de la distance  $d$  entre les fentes.

## B - INTERFEROMETRE DE MICHELSON

1) - On utilise maintenant un interféromètre de Michelson, pour mesurer une longueur d'onde inconnue  $\lambda$ . Dans un premier temps l'appareil est monté et réglé de façon à visualiser des anneaux (Figure 2). La source est constituée par une lampe spectrale au mercure munie d'un filtre isolant sa raie verte. En déplaçant le miroir mobile  $M_2$  à vitesse constante, grâce au moteur, les anneaux défilent. Au foyer  $F'$  de la lentille de projection  $L_2$  est placé un photodétecteur relié à une table traçante. On enregistre ainsi sur papier la variation d'intensité au point  $F'$  au cours du déplacement du miroir mobile. Cette intensité varie de façon sinusoïdale selon l'expression  $I = 2I_0 (1 + \cos \varphi)$  où  $\varphi$  est la différence de phase entre les ondes qui interfèrent.

1) Si on déplace le miroir mobile d'une distance  $e$ , quelle est la différence de marche supplémentaire  $\delta$  introduite ?

2) Quelle est la relation entre la différence de marche  $\delta$  et la longueur d'onde  $\lambda$  dans le cas des franges brillantes ?

3) En déplaçant le miroir d'une distance  $d=0,030$  mm on a compté sur l'enregistrement 110 franges.

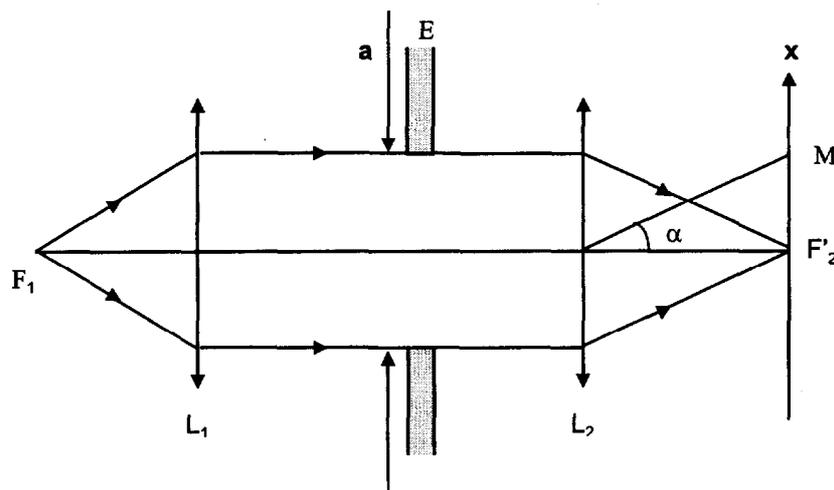
En déduire la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$ .

II) - Le miroir  $M_2$  est incliné d'un angle  $\alpha$  (Figure 3). L'interféromètre étant éclairé en lumière parallèle, on observe les franges du coin d'air. On utilise une lentille pour en visualiser l'image sur un écran.

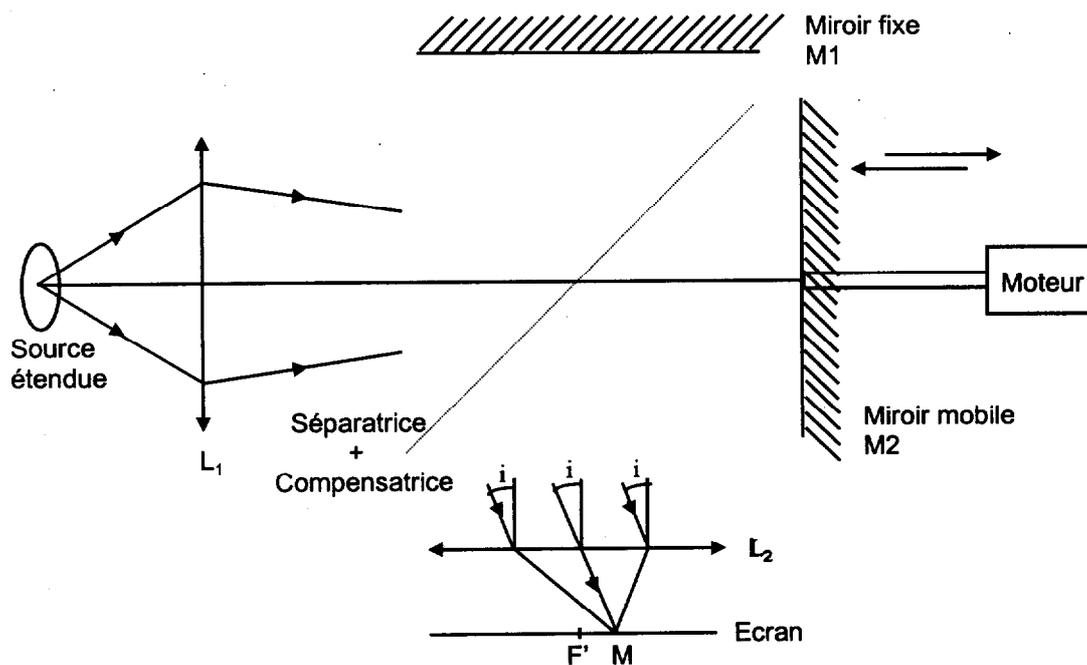
1) La lentille  $L_2$  dont la distance focale est  $f = +200$  mm est placée à une distance  $OA = 23$  cm du miroir fixe. A quelle distance de la lentille faut-il placer l'écran pour avoir une image nette ?

2) Quel est le grandissement de la lentille ?

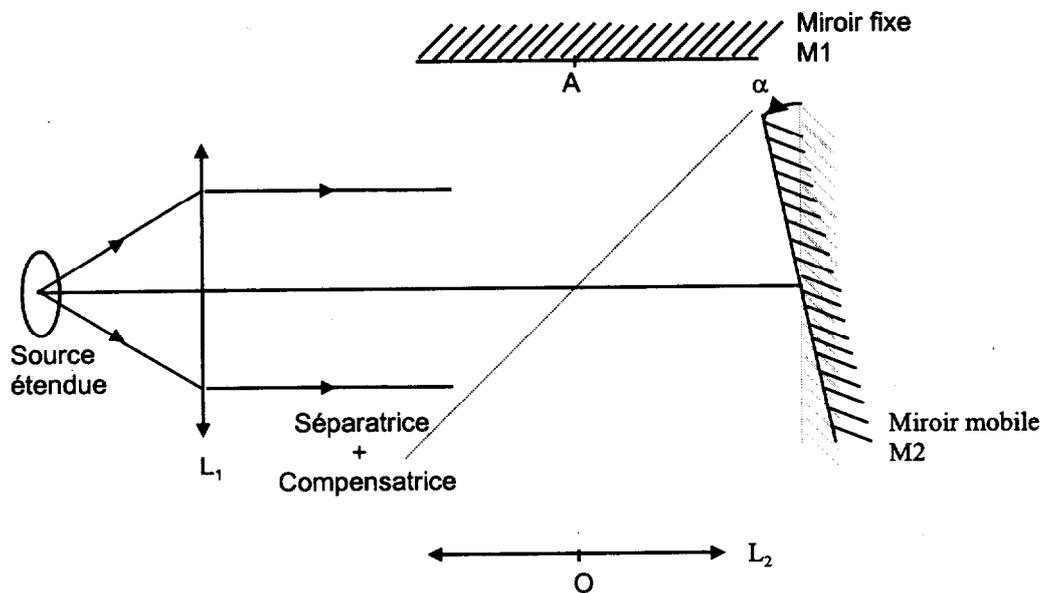
3) Sur l'écran on mesure une interfrange de 6,0 mm. Quelle est l'interfrange  $i$  sur le miroir ? En réalisant l'expérience avec une longueur d'onde connue on a déterminé la valeur de  $\alpha$  :  $\alpha = 3,0 \cdot 10^{-4}$  rad. En déduire la valeur de  $\lambda$ . On rappelle que  $i = \lambda / (2\alpha)$ .



- Figure 1 -



- Figure 2 -



- Figure 3 -