

Examen d'Optique Physique  
(Partie 2b)

Partie I :

On considère le dispositif des trous d'Young ( $S_1$  et  $S_2$ ) éclairé par une source lumineuse ponctuelle  $S$  de longueur d'onde  $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$ . La distance entre la source  $S$  et l'axe vertical des trous  $S_1$  et  $S_2$  est  $d = 1,2 \text{ m}$ . Les deux trous  $S_1$  et  $S_2$  sont symétriques par rapport à un axe horizontal  $Oz$  et distants de  $a = 2 \text{ mm}$ . On observe le phénomène d'interférence sur un écran  $E$  d'axes  $Ox$  et  $Oy$  perpendiculaires à l'axe  $Oz$ . L'axe  $Oy$  étant vertical (Figure 1).

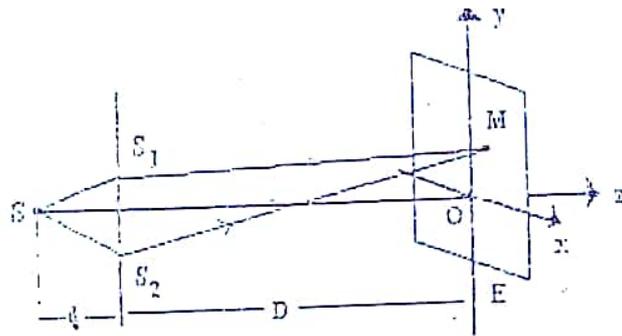


Figure 1

La distance entre l'écran  $E$  et l'axe des trous  $S_1$  et  $S_2$  est  $D = 3 \text{ m}$ . En raison de la diffraction, les deux trous  $S_1$  et  $S_2$  éclairés forment des sources secondaires cohérentes.

- 1- Donner les expressions de la différence de marche  $\delta(M)$  et de l'ordre d'interférence  $p$  en un point  $M(x,y)$  de l'écran  $E$  voisin du centre  $O$ . Calculer la valeur de l'interfrange  $i$ .
- 2- Montrer que l'intensité résultante de la superposition en un point  $M$  des deux ondes lumineuses issues des sources secondaires  $S_1$  et  $S_2$  peut s'écrire sous la forme:

$$I(M) = 2I_0 [1 + f(y)] \quad \text{Avec } I_0 \text{ étant l'intensité d'une onde lumineuse issue de } S \text{ et } f(y) \text{ est}$$

une fonction que l'on précisera.

- 3- En se basant sur les variations de l'éclairement  $I(M)$ , décrire le phénomène observé sur l'écran  $E$ .

4- On remplace maintenant la source monochromatique  $S$  par une source  $S'$  émettant une raie fine de largeur très faible  $\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda_1$ , mais non négligeable et dont le profil d'intensité finie est donné par la Figure 2.

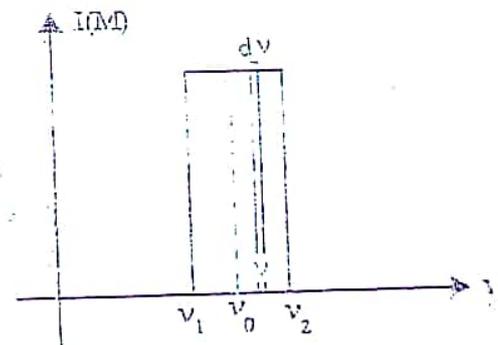


Figure 2

- a) Montrer que l'éclairement en un point  $M$  du champ d'interférence est:

$$I(M) = 2I_0 \left[ 1 - V \cos \frac{2\pi\delta \cdot \nu_0}{c} \right]$$

où  $\nu_0$  est la fréquence moyenne de la raie,  $I_0$  l'intensité totale de la raie,  $c$  vitesse de la lumière dans le vide et  $V$  le facteur de visibilité que l'on déterminera.

- b) Tracer les variations de  $V$  en fonction  $u = \frac{\pi\delta \Delta\lambda}{c}$ .

c) Calculer le contraste  $\gamma$  et décrire le phénomène observé dans les trois cas suivants :

- $V = 0$ .
- $V > 0$ .
- $V < 0$ .

Partie II:

Un interféromètre Fabry-Pérot est constitué schématiquement par deux lames à faces parallèles  $P_1$  et  $P_2$ , infiniment minces parallèles entre elles, revêtues sur leurs faces en regard d'une couche métallique semi-transparente. Chacune de ces couches a un pouvoir de réflexion  $R = 0,9$  et un pouvoir de transmission  $T$ . Les deux lames  $P_1$  et  $P_2$  sont distantes de  $e$ , on éclaire le Fabry-Pérot par une source  $S$  étendue monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ . On observe les franges d'interférences localisées à l'infini sur le plan focal d'une lentille convergente  $L$  de distance focale  $f' = 1m$  (figure 3).

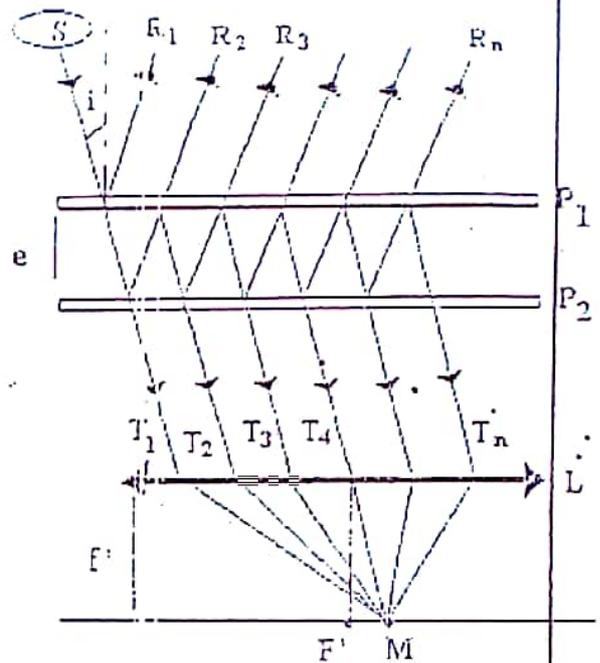


Figure 3

1- Montrer que l'intensité lumineuse de l'onde résultante transmise  $I_T(\varphi)$  par l'interféromètre dans une direction  $i$  est :

$$I(M) = I_0 \frac{T^2}{(1-R)^2} \frac{1}{1 + m(R) \sin^2 \frac{\varphi}{2}}$$

$I_0$  étant l'intensité de l'onde incidente et  $\varphi$  le déphasage entre deux ondes transmises  $T_n$  et  $T_{n+1}$ .

2- Sachant que le pouvoir d'absorption est  $A = 0$ , pour quelles valeurs de  $\varphi$ ,  $I_T(\varphi)$  est maximale et pour quelles valeurs de  $\varphi$ ,  $I_T(\varphi)$  est minimale.

3- Cet interféromètre est utilisé pour résoudre la structure des modes de vibration émis par un laser He-Ne de longueur d'onde moyenne  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ . La différence de fréquence entre deux modes est 150 MHz. Pour quelle valeur de l'épaisseur  $e$  de la lame d'air peut-on résoudre la structure des modes?