Université Ibn Tofail	***Ecole Nationale des Sciences Appliquées (Kénitra)*** ***ENSAK*** *Prof. M .BENBRAHIM*

Contrôle continu d'Optique Physique (Mai 2014): Durée 1 Heure 45 minutes

N.B: Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

Partie I

On réalise l'expérience d'interférences lumineuses avec le dispositif des miroirs de Fresnel. Les deux miroirs font entre eux un angle presque plat $180-\alpha$. La source S est une fente lumineuse parallèle à l'arête commune des miroirs . Elle est située à une distance $SI = l = 1m$ .On observe les franges d'interférences sur un écran placé $IO = d = 2\,m$

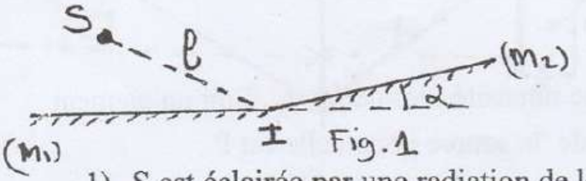


Fig.1

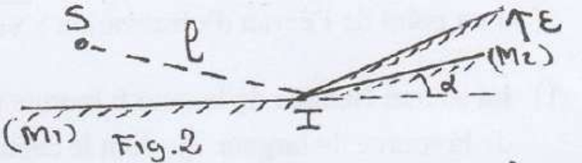


Fig.2

1) S est éclairée par une radiation de longueur d'onde $\lambda_0 = 0.490\,\mu m$ (Fig. 1)
   a) Tracer la marche des faisceaux lumineux issus de S et couvrant la totalité des deux miroirs ; hachurer la zone d'interférences.
   b) L'interfrange est $i = 0.25\ mm$
      i) Déterminer la distance $a = S_1 S_2$ entre les images respectives S_1 ***et*** S_2 de la source S à travers respectivement des deux miroirs (M_1) et (M_2) .
      ii) Déterminer la largeur L du champ d'interférences ainsi que le nombre de franges brillante et sombre observé sur l'écran.
      iii) L'angle α
   c) On fait tourner le miroir (M_2) autour de l'arête commune vers la gauche d'un angle très petit ε .La nouvelle valeur de l'interfrange est $i' = 0.23\,mm$. (Fig.2) Calculer ε et la nouvelle largeur L' du champ d'interférences ainsi que le nombre de franges sombre et brillante observé sur l'écran.

1) On éclaire maintenant la source S en lumière blanche (cas ou ε est nul) et on suppose l'écran percé d'une fente parallèle aux franges, à la distance $x_1 = 1.4\ mm$ de la frange centrale. On reçoit dans un spectroscope la lumière qui passe par cette fente. Il manque un certain nombre de raies (cannelures) dans le spectre obtenue entre $0.4\ \mu m$ *et* $0.75\ \mu m$. Déterminer les longueurs d'ondes de ces raies.

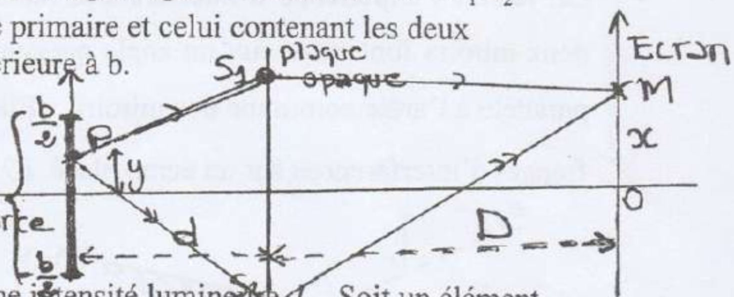
2) On remplace maintenant la source S par une autre source émettant deux radiations monochromatique de même intensité et de longueurs d'onde $\lambda_1 = 0.486\,\mu m$ *et* λ_2 *inconnue.*

Déterminer la longueur d'onde λ_2 pour que la deuxième anti-coïncidence se produise à la distance $x_d = 5\,mm$.

Partie II

On considère le dispositif des trous de d'Young éclairé par une source étendue de largeur b. Les caractéristiques du dispositif d'Young sont : (voir figure 3)

- Une plaque muni de deux trous S_1 et S_2 sont séparés par une distance $a = S_1S_2$.
- la distance entre le plan contenant la source primaire et celui contenant les deux sources secondaires est d supposée très supérieure à b.
- La distance entre l'écran d'observation et la plaque contenant les deux trous est D supposée très supérieure à $x = OM$ (M un point de l'écran d'observation)



1) La source étendue de largeur b fournie une intensité lumineuse I_0. Soit un élément de la source de largeur dy dont le centre de la source ponctuelle est P .

a) Déterminer la différence de marche optique au point M entre les deux vibrations issues de la source ponctuelle P.

b) En déduire l'éclairement ou l'intensité lumineuse sur l'écran au point M quand les deux sources S_1 et S_2 sont éclairées par la source ponctuelle P située à la hauteur y de l'axe optique. (On suppose que les deux sources secondaires émettent la même intensité lumineuse).

c) Donner l'expression de l'éclairement élémentaire $dI(M)$ sur l'écran au point M lorsque les deux trous S_1 et S_2 son éclairés par la source élémentaire de largeur dy.

d) Montrer que l'éclairement total I(M) au point M lorsque les deux trous S_1 et S_2 sont éclairés par la source étendue de largeur b , est donné par l'expression suivante :

$$I(M) = 2I_0\left[1 + V\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{a\,x}{D}\right)\right] \qquad \textbf{ou}\ V(b) = \frac{\sin\left(\dfrac{\pi}{\lambda}\dfrac{a\,b}{d}\right)}{\dfrac{\pi}{\lambda}\dfrac{a\,b}{d}}$$

2) a) Représenter l'allure graphique du facteur de visibilité $V(b)$. Pour quelles valeurs de b en fonction de a , d *et* λ , le facteur de visibilité $V(b)$ est nul.

b)Dans la zone ou $V \rangle 0$, donner un encadrement de l'intensité lumineuse $I(M)$ puis la représenter en fonction de x ($x = OM$ ***ou*** M est un point de l'écran) . Préciser dans ce cas ou $V \rangle 0$, les zones de l'écran ou le contraste est nul , faible, moyen et meilleur.

Ecole Nationale des Sciences
Appliquées de Kénitra
(ENSAK)
Professeur: M. BENBRAHIM

Examen de rattrapage d'Optique Physique (Juin 2014): Durée 1 h30mn

N.B: Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

Partie 1 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** 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 **λ = 409,5 nm**.

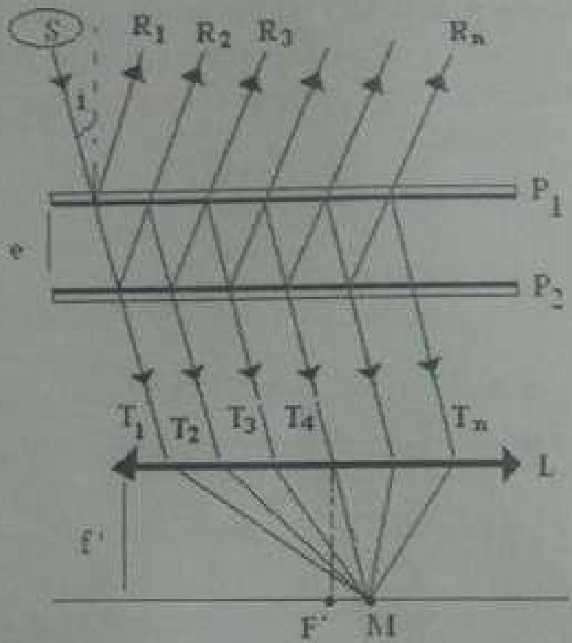


Figure 1

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 1)**.

1- Donner l'intensité lumineuse de l'onde résultante transmise $I_T(\varphi)$ par l'interféromètre dans une direction **i**, en fonction de φ, **R**, **T**, et I_0, I_0 étant l'intensité de l'onde incidente et φ le déphasage entre deux ondes transmises T_n et T_{n+1}.

2- Donner aussi le déphasage φ en fonction de l'angle d'incidence i , e et λ.

3- Sachant que le pouvoir d'absorption est **A = 0**

a)Pour quelles valeurs de φ, $I_T(\varphi)$ est maximale et pour quelles valeurs de φ, $I_T(\varphi)$ est minimale.

b)Exprimer en fonction du pouvoir de réflexion **R** le contraste des franges $\mathscr{C} = \dfrac{I_{T,max} - I_{T,min}}{I_{T,max}}$

4- Calculer le coefficient de finesse $\mathscr{F}$ et le pouvoir de résolution $\mathscr{R}$ et en déduire la valeur de la bande passante $\Delta\lambda$ pour l'ordre **4**.

4- Soit $I_R(\varphi)$ l'intensité résultante de l'onde réfléchie par le **Fabry-Pérot**.

a-Sachant que $I_0 = I_T(\varphi) + I_R(\varphi)$, en déduire l'expression de $I_R(\varphi)$ en fonction de φ, **R**, **T**, et I_0.

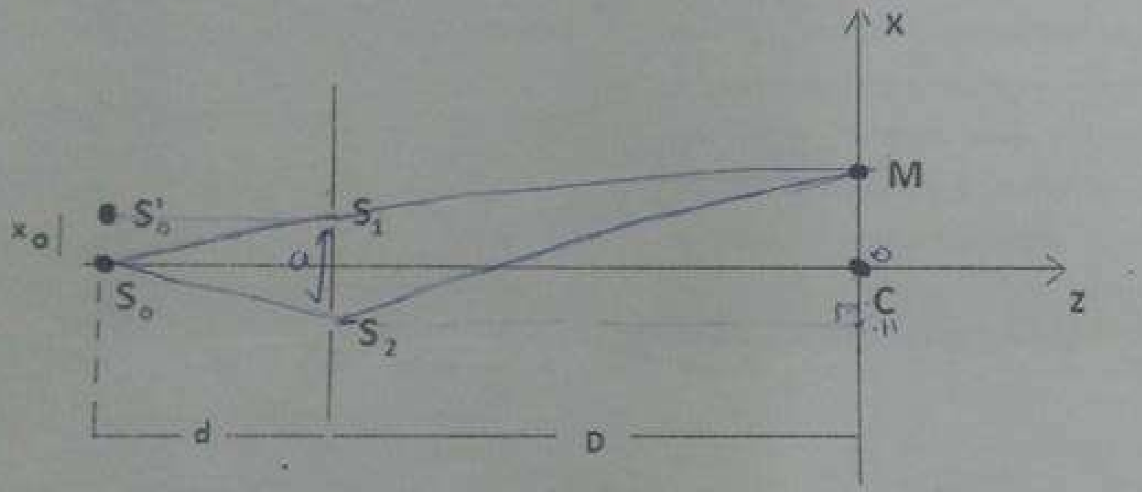
b-Pour quelles valeurs de φ, $I_R(\varphi)$ est maximale et pour quelles valeurs de φ, $I_R(\varphi)$ est minimale.

5- Tracer grossièrement sur le même graphe les allures de $I_T(\varphi)$ et de $I_R(\varphi)$ en fonction de φ. Conclure.

Partie II

Dans une expérience de fentes d'Young, la source est constituée de deux points S_0 et S'_0, placée à distance d = 20 cm du cache percé des deux fentes S_1 et S_2 (fig.2). Les deux points sources émettent des rayonnements de même longueur d'onde, mais incohérents.

Les fentes S_1 et S_2 sont placées symétriquement par rapport à l'axe (Oz), leur distance étant a = 0.4 mm; on note (Ox) l'axe orthogonal à (Oz) et aux fentes. L'écran d'observation est perpendiculaire à l'axe (Oz) et aux fentes. L'écran d'observation est perpendiculaire à l'axe (Oz) et à distance D = 1m du cache.



$\varphi = 2\pi$

Figure 2

On se limite aux phénomènes ayant lieu sur l'axe (Cx), C étant le point d'intersection de l'axe (Oz) et de l'écran.

$I_1 = I_0 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$

1) Le point S_0 étant situé sur l'axe horizontal et étant le seul à éclairer le dispositif, rappeler l'expression de l'éclairement $I_1(x)$, en un point M d'abscisse x sur (Cx). On notera I_0 la valeur maximale prise par $I_1(x)$.
2) Le second point source S'_0 étant situé sur l'axe (Ox) à l'abscisse x_0, quelle est l'expression de l'éclairement $I_2(x)$ sur (Cx) lorsque S'_0 est seul à émettre ? On considérera que la valeur maximale est I_0.
3) Les deux points sources étant mis en jeu, Montrer que la nouvelle expression de l'éclairement I(x) s'écrit comme suit : $I(x) = 4I_0\left[1 + V\cos\left(\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)\right]$ ou V représente le facteur de visibilité des franges que l'on déterminera. Donner aussi les expressions des phases φ_1 *et* φ_2.
4) Montrer que l'on peut définir le contraste, dont la valeur est fonction de x_0. $\mathcal{C} = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max}}$
5) Pour quelles valeurs de x_0 se produit-il un brouillage ? $I = 0$