جامعة ابن طفيل
Université Ibn Tofaïl

Ecole Nationale
des Sciences Appliquées
Kenitra

Contrôle continu d'optique Physique
Durée : 2 heures

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 = 1m. On observe les franges d'interférences sur un écran placé à IO=d=2m.

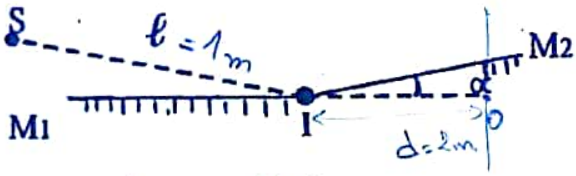


Fig.1

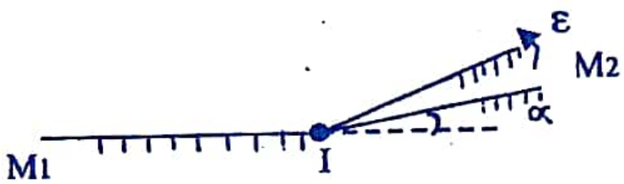


Fig.2

Partie A :

S est éclairée par une radiation de longueur d'onde $\lambda_0 = 0.490\ \mu m$.

1) Tracer la marche des faisceaux lumineux issus de S et Couvrant la totalité des deux miroirs ; hachurer la zone d'interférences.

2) L'interfrange est i = 0.25 mm. Déterminer

a) la distance $a = S_1S_2$ entre les images de S

b) la largeur L du champ d'interférence

c) l'angle α.

d) le nombre de franges brillantes et noires observées sur l'écran et en déduire la nature des franges situées à l'extrémité du champ d'interférence .

3) qu'observe-t-on sur l'écran E lorsqu'on place devant l'une des deux sources dérivées une lame de verre à faces parallèles d'épaisseur 50 microns, d'indice $n = 1.5$? Préciser de combien et dans quel sens se déplace la frange centrale.

4) On fait tourner le miroir M_2 autour de l'arête commune vers la gauche d'un angle très petit ε (fig 2). La nouvelle valeur de l'interfrange est i' = 0.23 mm

Calculer ε et la nouvelle valeur de L du champ. Conclure.

Partie B :

fig 1

On opère maintenant en lumière blanche et on suppose l'écran percé d'une fente parallèle aux franges, à la distance $x = 1.4\ mm$ da 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 obtenu entre $0.4\ \mu m$ et $0.8\ \mu m$.

Déterminer les longueurs d'onde de ces raies manquantes.

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.

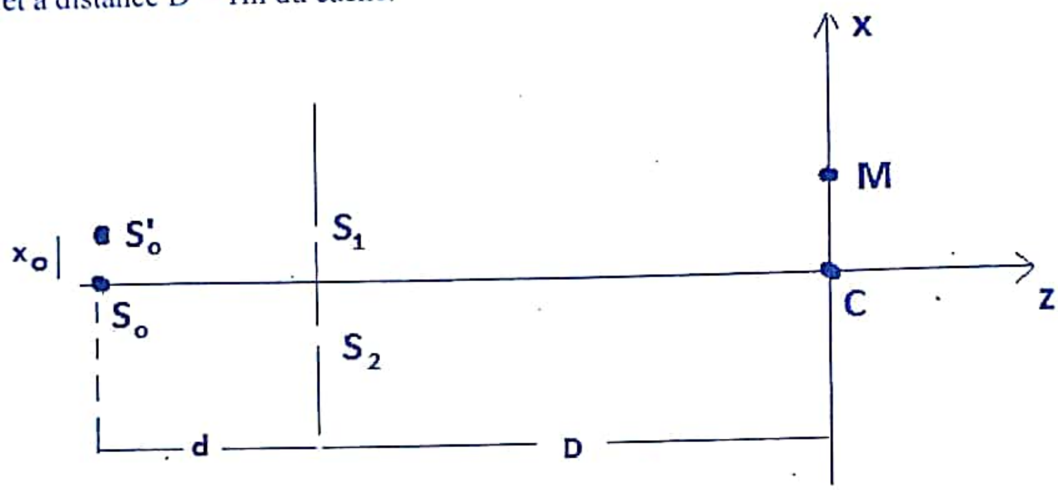


Figure 2

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.

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.
5) Pour quelles valeurs de x_0 se produit-il un brouillage ?
6) Justifier que lorsque $x_0 = \frac{\lambda d}{2a}$, les deux systèmes des franges observées sur l'écran qui proviennent de S_0 et S'_0 présentent des anti-coïncidences.
7) En un point M donné de l'écran , comment varie l'intensité résultante I(M) des franges fournies par les deux sources S_0 et S'_0 , observées en cette position, en fonction de la position de la source S'_0 . Tracer alors I(M) en fonction de x_0 et commenter la figure ainsi obtenue.

Université Ibn Tofaïl	**Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Kénitra ENSAK** **Professeur: M. BENBRAHIM** **Le 10/06/2019**

Examen de l'élément du module d'Optique Physique (Durée 2 heures)

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

Partie I : Interférences

Un coin d'air, formé de deux glaces très propres superposées de manière à former un dièdre d'angle θ, est éclairé sous l'incidence normale par un faisceau parallèle de lumière monochromatique, de longueur d'onde **$\lambda = 546$ nm** .
Une lentille L de distance focale image f'=15cm, en forme une image agrandie sur un écran E situé à une distance p' = 240 cm de L.

1) On désigne par r, t les coefficients de réflexion et de transmission des deux faces de la lame (relatifs aux amplitudes), par R et T le pouvoir réflecteur et le pouvoir de transmission (R + T = 1) .On note l'intensité du faisceau incident $I_0 = a_0^2$
   a) Calculer en fonction de ces paramètres et de l'amplitude a_0 de l'onde incidente les amplitudes a_1 et a_2 des deux premiers faisceaux transmis.
   b) Montrer que l'intensité I résultant de l'interférence de ces deux faisceaux en point de la lame situé à la distance x de l'arête s'écrit sous la forme : (avec φ le déphasage entre les 2 faisceaux transmis)

   $$I = I_0 T^4 \left[1 + m\cos^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right]$$ ou m est une fonction de R que l'on déterminera.

   Préciser les valeurs de l'intensité maximale I_{max}, de l'intensité minimale I_{min}, du contraste $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max}}$ et de l'interfrange i des franges observées sur l'écran.

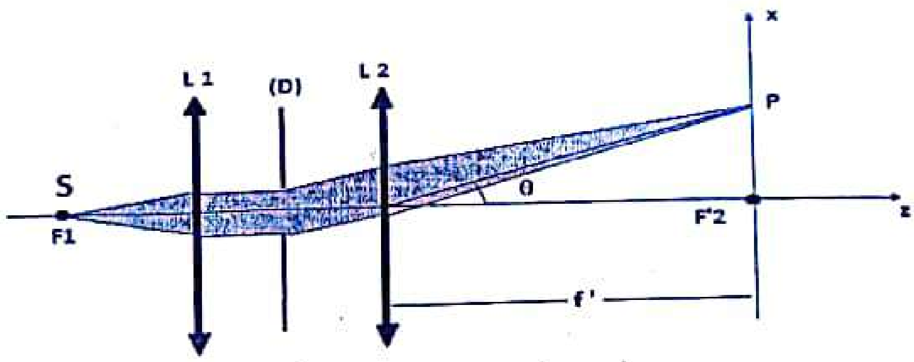
   On rappelle que r s'exprime en fonction de l'indice n =1.5 du verre par l'expression $r = \frac{n-1}{n+1}$ et on donne $\theta = 1' = 3.10^{-4}\,radian$

2) On métallise maintenant les deux glaces formant le coin de manière à obtenir un coefficient de réflexion plus élevé $r = 0.8$, et l'on éclaire de nouveau en lumière monochromatique.
   a) Donner en tenant compte des réflexions multiples sur les deux faces de la lame, la nouvelle expression de l'intensité résultante, et calculer les nouvelles valeurs de I_{max} , I_{min} et le contraste C.
   b) On convient de définir la largeur d'une frange brillante par la distance dont il faut s'éloigner du maximum pour que l'intensité devienne la moitié de l'intensité maximale. Calculer dans ces conditions la valeur numérique du coefficient de finesse F du système de franges (rapport de l'interfrange à la largeur d'une frange brillante $F = \frac{i}{\Delta x}$ avec Δx largeur d'une frange brillante) .
   c) Le coin d'air est éclairé simultanément par les radiations verte et jaune du mercure $\lambda = 546\,nm$

et $\lambda' = 578\,nm$. Pour quel ordre d'interférence k et à quelle distance x de l'arête du coin les systèmes de franges commenceront-ils à être séparés ? (On admettra que deux franges brillantes sont séparées lorsque les maximums d'intensité correspondants sont distants de la largeur d'une frange brillante Δx)
Indication : Pour les radiations λ et λ' , donner les abscisses respectives x_1 et x_2 (par rapport à l'arête) des franges brillantes de même ordre k.

Partie II (diffraction):

Pour observer le phénomène de diffraction à l'infini, on réalise le montage schématisé ci-après.



La source lumineuse S est monochromatique , ponctuelle de longueur d'onde $\lambda = 0.630\,\mu m$. L'intensité de l'onde incidente est $I_0 = A_0^2$ avec A_0 son amplitude.
Elle est disposée dans le plan focal objet $[F_1]$ de la lentille mince convergente (L_1)centrée sur l'axe optique. On observe la diffraction dans le plan focal image $[F_2']$ d'une lentille convergente (L_2) de distance focale $f' = 50\ cm$.
Dans le plan (D)situé entre les deux lentilles , on peut disposer divers diaphragmes, constitués d'une ou plusieurs fentes parallèles.

1) Le diaphragme est une fente fine horizontale dont la largeur a réglable et supposé très petite devant sa longueur. Montrer que l'intensité $I(P)$ de la lumière diffractée par la fente fine en un point P d'abscisse x est : $I(P) = k\ I_0 \dfrac{\sin^2(u)}{u^2}$ dont on déterminera u . (k une constante)
2) Le diaphragme est constitué de deux fentes fines horizontales identiques dont la largeur de chacune est a réglable, distantes entre elles de $e \rangle a$ .Montrer que l'intensité $I(P)$ de la lumière diffractée par deux fentes fines identiques de largeur a en un point P d'abscisse x est : $I(P) = K\dfrac{\sin^2(u)}{u^2}\cos^2(v)$ dont on déterminera u , v et K en fonction des données.
3) On dispose dans le plan (D) un diaphragme constitué de N fentes identiques horizontales distantes entre elles de $e \rangle a$. L'intensité $I(P)$ de la lumière diffractée par les N fentes fines identiques de largeur a en un point P d'abscisse x est donnée par l'expression :

$$I(P) = K'\ \frac{\sin^2(u)}{u^2}\frac{\sin^2(N v)}{\sin^2(v)}$$. Déterminer seulement u , v et K'en fonction des données.

a) Préciser les positions des maxima principaux , des minima et des maxima secondaires.

b) Tracer l'allure de la courbe représentative $I(P)$ pour $N=4$ et $e = 4a$

4) On dispose enfin à la place de (D) un réseau de 500 traits par mm éclairé sur une largeur utile de 10 cm. Trouver son pouvoir de résolution à l'ordre 1 et en déduire la plus petite largeur spectrale $(\Delta\lambda)$ qu'il permet de détecter.

Ibn Tofaïl Université

Ecole Nationale des Sciences Appliquées (Kénitra)

Professeur : Mohammed BENBRAHIM

Examen de rattrapage d'Optique Physique (Juillet 2019): Durée 2 heures

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

Partie I (Interférence): 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 $\lambda = 409{,}5$ **nm.**

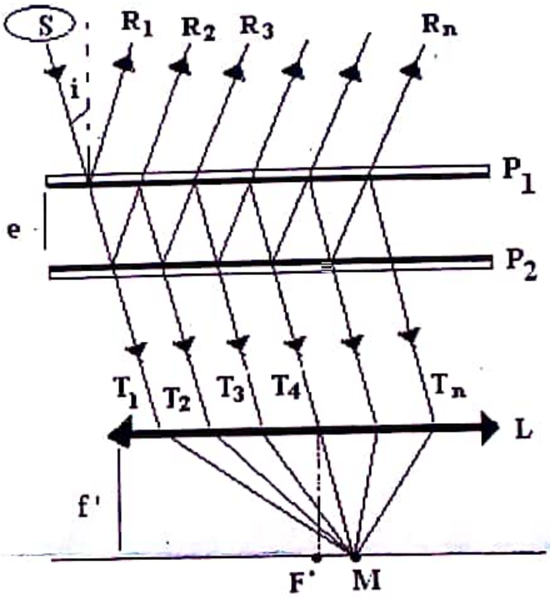


Figure 1

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- Calculer 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}. On rappelle que $\varphi(i) = \dfrac{4\pi . e.\cos(i)}{\lambda}$.

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

g- 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 $\mathscr{C} = \dfrac{I_{T,\max} - I_{T,\min}}{I_{T,\max}}$.

c- Quelle doit être la valeur du pouvoir de réflexion **R** pour que le contraste $\mathscr{C}$ soit égal à **0,99.**

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

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

d- 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.

h- 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.

<u>Partie II (diffraction):</u> On considère un **réseau plan parfait**, utilisé par transmission de **n = 200** traits par millimètre et de longueur **l = 5 cm**. Il est éclairé sous incidence nulle par un faisceau de lumière parallèle monochromatique de longueur d'onde **λ = 550 nm**. Les images « taches » de diffraction sont visualisées sur le plan focal d'une lentille convergente **L** de distance focale **f'= 1m** **(figure 2).**

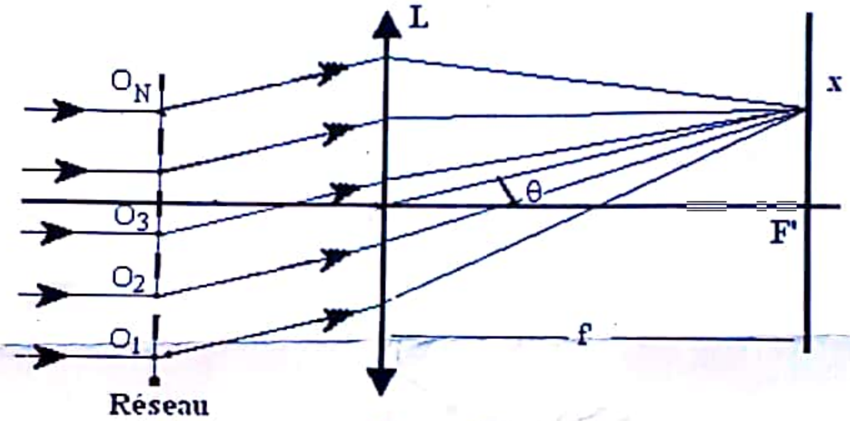


Figure 2

1- Quels sont le pas **e** et le nombre total de trait **N** de ce réseau.

2- Montrer que, l'intensité **I(φ)** diffracté par **le réseau parfait** dans une direction d'angle **θ** est:

$$I(\varphi) = I_o \frac{\sin^2\left(\frac{N\varphi}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)}.$$

où, I_o est l'intensité de l'onde incidente reçue par une fente (ou un trait) du réseau et φ est le déphasage entre deux ondes diffractées par deux traits consécutifs que l'on précisera.

3- Déterminer les positions x_2 et x_3 des maxima principaux d'ordre **2** et **3** correspondant à la longueur d'onde $\lambda = 550\ nm$.

4- Déterminer le pouvoir de résolution de chacun des maxima x_2 et x_3.

5)Trouver le pouvoir de résolution à l'ordre 1 de ce réseau et en déduire la plus petite largeur spectrale $(\Delta\lambda)$ qu'il permet de détecter.