Université ibn Tofail
Ecole Nationale des Sciences Appliquées
KENITRA
(Semestre 4)
Année universitaire 2017/2018

# Contrôle continu d'Optique Physique

## Durée : 2H

### Exercice 1 :

On considère le dispositif des trous d'Young ($S_1$ et $S_2$) éclairé par une source lumineuse ponctuelle monochromatique S de longueur d'onde $\lambda$. La distance entre la source S et l'axe vertical des trous $S_1$ et $S_2$ est $d = 0.5$ m. Les deux trous $S_1$ et $S_2$ sont symétriques par rapport à un axe horizontal Oz et distants de $a = 3$ mm. On observe le phénomène d'interférence sur un écran ( E ) d'axes Ox et Oy placé à une distance $D = 1.25$ m de l'axe des tous $S_1$ et $S_2$. L'axe Ox est vertical (figure 1).

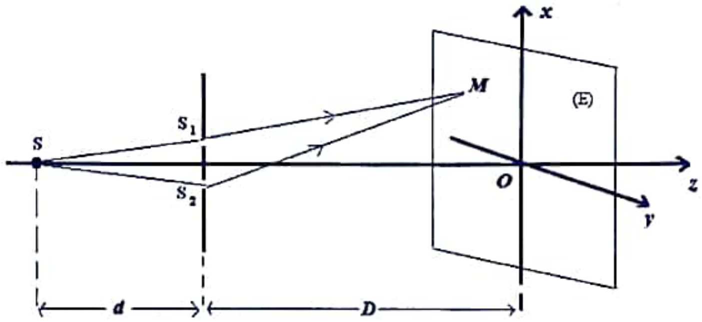



figure 1

1) Calculer la différence de marche $\delta(M)$ en un point M de ( E) voisin de l'origine entre les deux ondes passant par les deux trous ($S_1$ et $S_2$).
2) En déduire alors les expressions de l'éclairement I(M) et de l'interfrange i.
3) Calculer numériquement la longueur d'onde $\lambda$ sachant que la distance entre la frange centrale et la quatrième frange brillante est 1 mm.
4) On remplace maintenant la source monochromatique par une autre source émettant une lumière blanche et on suppose que l'écran ( E ) est 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 obtenu entre 0.4 $\mu m$ et 0.75$\mu m$ .
   $\lambda_1$ $\lambda_2$
   Déterminer les longueurs d'onde de ces raies.
5) On enlève maintenant la source blanche et on la remplace par une source étendue de longueur b et de largeur négligeable. La source est verticale et symétrique par rapport à l'axe horizontal. La source étendue fournie une intensité lumineuse $I_0$. Soit un élément de la source dy autour du point de la source. Déterminer la différence de marche optique au point M entre les deux vibrations issues du point P situé à la hauteur y de l'axe optique .
6) Donner l'expression de l'éclairement élémentaire dI(M) au point M sur l'écran lorsque les sources secondaires sont éclairées par la source élémentaire de langueur dy autour du point P.
7) En déduire l'éclairement total I(M) au point M lorsque les deux sources $S_1$ et $S_2$ sont éclairées par toute la source étendue de longueur b et préciser l'expression du facteur de visibilité V.

8) *Pour quelles valeurs de la longueur b en fonction de a, d et $\lambda$ le facteur de visibilité V est nul.*

9) *Tracer l'allure du graphique du facteur de visibilité V.*

10) *Donner l'aspect du champ d'interférences dans les trois cas suivant :*

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

**Exercice 2:**

*On réalise l'expérience d'interférences lumineuses avec le dispositif de miroirs de Fresnel. Les deux faces réfléchissantes miroirs font un angle presque plat 180° - $\alpha$. la source S est une fente lumineuse parallèle à l'arête commune des deux miroirs. Elle est situé à une distance SI = 1m. On observe les franges d'interférences sur un écran ( E ) placé à IO = d = 2m et normal à la direction moyenne des faisceaux réfléchis par les deux miroirs.*

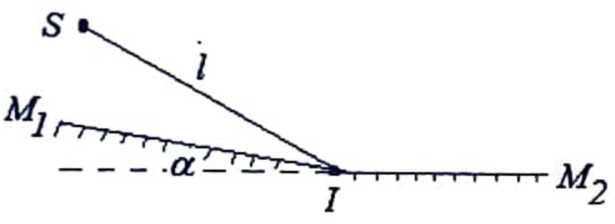


*Figure 1*

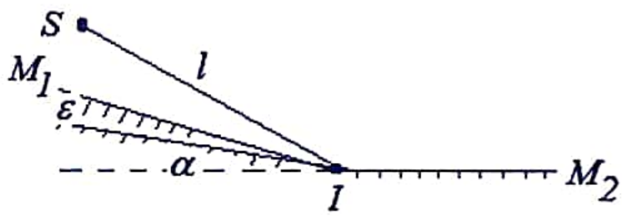


*figure 2*

*S émet une radiation de longueur d'onde $\lambda = 0.490\ \mu m$ (figure 1).*

1) *Tracer la marche des faisceaux issus de S et couvrant les deux miroirs puis hachurer la zone d'interférences.*

2) *Sachant que l'interfrange est $i = 0.25$ mm déterminer :*
   - *La distance $a = S_1S_2$ entre les images $S_1$ et $S_2$ de la source S à travers respectivement les deux miroirs $M_1$ et $M_2$.*
   - *La largeur du champ d'interférences ainsi que le nombre de frange brillantes et sombres observées sur l'écran E.*
   - *L'angle $\alpha$.*

3) *On fait tourner le miroir $M_1$ autour de l'arête commune vers la droite d'un angle $\varepsilon$ ( figure 2) . La nouvelle interfrange est $i' = 0.23$ mm.*
   - *Calculer la valeur de $\varepsilon$*
   - *Calculer la nouvelle largeur L' du champ d'interférences ainsi que le nouveau nombre de franges brillantes observées sur l'écran E.*

## *Contrôle final d'Optique Physique.* Durée : 2h.

**Exercice 1 : Interférence**

Un coin d'air, formé de deux glaces très propres superposées de manière à former un dièdre d'angle $\theta$, est éclairé sous l'incidence normale par un faisceau parallèle de lumière monochromatique, de longueur d'onde **λ= 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 $I_0 = a_0^2$ ($a_0$ amplitude de l'onde incidente).

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(M)*** 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.

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

c) Préciser les valeurs :

- de l'intensité maximale Imax ;
- de l'intensité minimale $I_{min}$
- le contraste $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max}}$
- 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.

Sachant que, la nouvelle expression de l'intensité résultante des ondes transmises en tenant compte des réflexions multiples sur les deux faces de la lame est :

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

a) Calculer les nouvelles valeurs de $I_{max}$ , $I_{min}$ et le contraste C.

3) On convient de définir la « demi-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 $2\Delta x$ largeur d'une frange brillante ) .

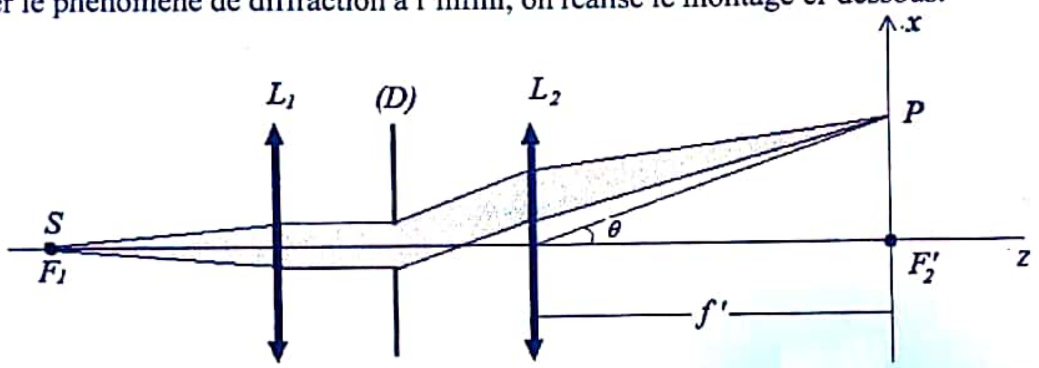
4) Le coin d'air est éclairé simultanément par les radiations verte et jaune du mercure $\lambda$ = **546 nm** et $\lambda'$ = **578 nm** .

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 demi largeur d'une frange brillante $\Delta x$ ).

(Indication : Pour les radiations **$\lambda$ et $\lambda'$** , donner les abscisses respectives $x_1$ et $x_2$ (par rapport à l'arête) des franges brillantes de même ordre **k** ).

**Exercice 2 : Diffraction**

Pour observer le phénomène de diffraction à l'infini, on réalise le montage ci-dessous:




La source **S** est monochromatique, ponctuelle de longueur d'onde **$\lambda$ = 630 nm.** 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 d'une lentille mince convergente **$L_2$** de distance focale **f ' = 50 cm.**

Dans le plan **(D)** située entre les deux lentilles on peut disposer divers diaphragmes, constitués d'une ou plusieurs fentes parallèles.

1) Le diaphragme est une fente horizontale dont la largeur **a** réglable et supposée très petite par rapport à sa longueur.

a) Montrer que l'intensité **I(P)** de la lumière diffractée par la fente fine en un point **P** d'abscisse **x** est :

$I(P) = I_0 \frac{\sin^2(u)}{u^2}$ dont on donnera l'expression de $u$.

b) Tracer la courbe représentative de l'intensité **I(P).** Que se passe-t-il si l'on démunie la largeur **a.**

2) On dispose maintenant dans le plan **(D)** un diaphragme constitué de **N** fentes fines horizontales identiques de largeur **a** et distantes entre elles de **e > a.**

a) Montrer que l'intensité **I(P)** de la lumière diffractée par la fente fine en un point **P** d'abscisse **x** est :

$I(P) = I_0 \frac{\sin^2(u)}{u^2} \cdot \left( \frac{\sin N v}{\sin v} \right)^2$ où $u$ et $v$ sont deux fonctions à déterminer.

b) Préciser les positions des maxima principaux, des minima est des maxima secondaires.

c) Tracer l'allure de la courbe représentative de l'intensité **I(P)** pour **N = 8.**

$\frac{e}{a} = 4$