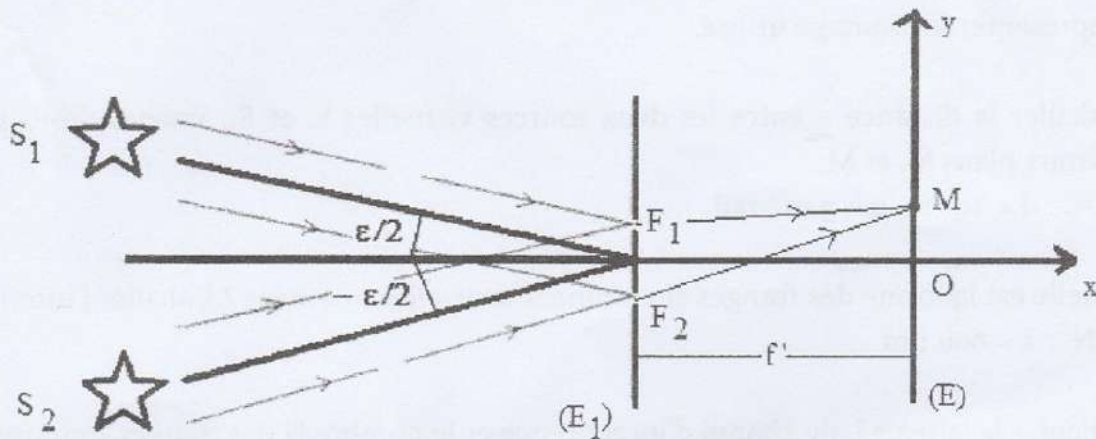


Contrôle continu d'Optique Physique

Durée : 2H

Exercice 1.

On veut mesurer la distance angulaire des composantes d'une étoile double, pour cela on considère un objectif L, assimilable à une lentille mince de distance focale $f' = 1$ m et un écran (E) placé au plan focal de la lentille L. On dirige le dispositif vers un groupe de deux étoiles très voisines S_1 et S_2 , qu'on supposera ponctuelles étant donné leur éloignement, elles émettent une même lumière monochromatique de longueur d'onde λ . La face d'entrée de l'objectif est masquée par un écran E_1 percé de deux fentes fines et parallèles F_1 et F_2 dont on peut faire varier la distance $a = F_1F_2$. Le dispositif est ainsi analogue à celui des trous d'Young (Figure ci-dessous).



On supposera que l'objectif est disposé de façon que S_1 et S_2 soient symétriques par rapport à son axe optique (Ox), celui-ci fait $\frac{\epsilon}{2}$ avec la direction de S_1 et $-\frac{\epsilon}{2}$ avec la direction de S_2 .

1. On considère d'abord S_1 seule qui éclaire le dispositif.
 - a) Quelle est la différence de marche $\delta_1(a, y)$ entre des vibrations lumineuses passant par F_1 et F_2 et parvenant au point M d'abscisse $y = \overline{OM}$.
 - b) Ecrire l'équation de l'intensité $I_1(a, y)$ au point M en fonction de a , y , ϵ , λ , f' et I_0 .
 - c) En déduire l'expression l'interfrange i_1 .
2. On considère maintenant S_2 seule qui éclaire le dispositif.
 - a) Quelle est la différence de marche $\delta_2(a, y)$.
 - b) Ecrire l'équation de l'intensité $I_2(a, y)$.
 - c) Quelle l'expression est l'interfrange i_2 .

3. On suppose que S_1 et S_2 de même intensité . La différence d'une frange sombre donnée par S_1 à une frange brillante donnée par S_2 fait disparaître le système de franges.

a) Montrer que $a_k = \frac{\lambda}{\varepsilon} (k + \frac{1}{2})$ où a_k est la distance F_1F_2 pour laquelle le système des franges disparaît, et k une constante entière quelconque.

La plus petite distance entre F_1 et F_2 pour laquelle les franges disparaissent $a_m = 52$ mm.

Quelle est la distance angulaire ε entre les deux étoiles. On donne : $\lambda = 520$ nm.

Exercice 2.

Un système interférentiel est constitué de deux miroirs plans M_1 et M_2 faisant entre eux un angle dont le complémentaire est α très petit et éclairé par une fente source très fine F_0 parallèle à l'arête Δ commune aux deux miroirs et située à la distance d de cette arête.

Un écran d'observation (E) est situé à la distance $D = 2$ m de cette arête.

1. Représenter le montage utilisé.

2. Calculer la distance a entre les deux sources virtuelles F_1 et F_2 , images de F_0 par les deux miroirs plans M_1 et M_2 .

A.N. : $d = 20$ cm, $\alpha = 3 \cdot 10^{-3}$ rad.

3. Quelle est la forme des franges et comment sont-elles orientées ? Calculer l'interfrange i.

A.N. : $\lambda = 600$ nm.

4. Calculer la largeur L de champ d'interférence et le nombre N des franges sombres observées.

5. On suppose maintenant que la source très fine F_0 émet une raie fine de centre ν_0 , de largeur $\Delta\nu$ et d'intensité I_0 .

a) En supposant que le phénomène observé correspond à la superposition des systèmes de franges donnés par chaque élément $d\nu$ de la raie fine, Montrer que l'éclairement $I(M)$ total

en un point M d'abscisse x de l'écran (E) est $I(M) = 2I_0 \left[1 + V(x) \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot a \cdot x \cdot \nu_0}{c \cdot D}\right) \right]$ où $V(x)$

une fonction à déterminer.

b) Tracer l'allure de $V(x)$ en fonction de x ?

c) Tracer l'allure de $I(M)$ en fonction de x .

c) Décrire l'aspect du système de frange sur l'écran (E).

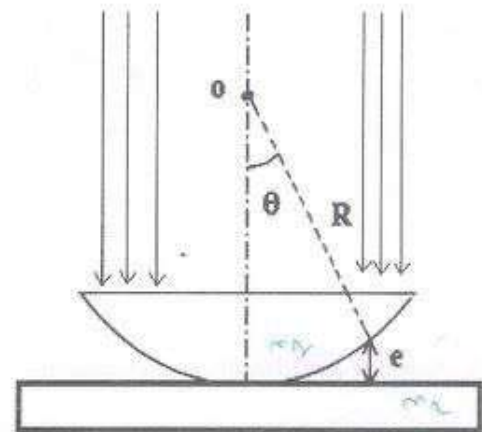
Bon Courage.

Contrôle Terminal d'Optique Physique

Durée : 1H 30mn

Exercice 1:

La surface convexe (de grand rayon de courbure R) d'une lentille plan-convexe d'indice $n_1 = 1,50$ est au contact dans l'air avec une lame de verre $n_2 = 1,68$. Le système est éclairé à l'incidence normale par un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ (figure 1).

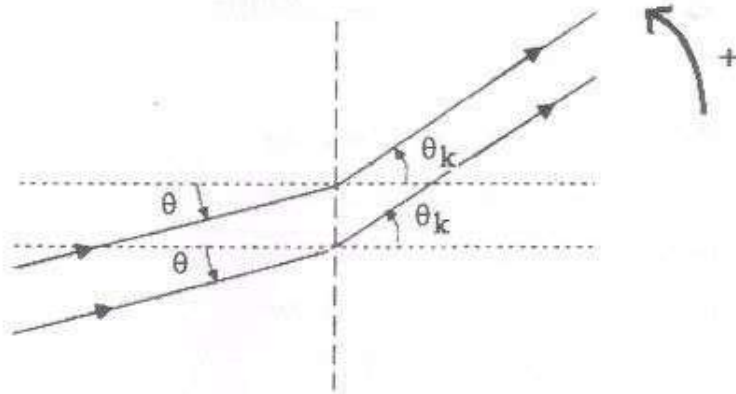


(figure 1)

- 1) Expliquer pourquoi on observe des anneaux d'interférences. Où sont localisées ces anneaux ? Quel est l'aspect du centre de la figure d'interférence?
- 2) Montrer que le rayon du k ième anneau brillant peut s'exprimer par la relation $\rho_{kB} = f(k, R, \lambda)$ où f est une fonction que l'on déterminera. En déduire les rayons ρ_{kN} des anneaux noirs?
- 3) La mesure des rayons se fait à partir de l'image de la figure d'interférence obtenue sur un écran ou sur une plaque photographique avec une lentille convergente auxiliaire.
Quand on utilise une radiation bleue de longueur d'onde $\lambda = 450 \text{ nm}$ on mesure $1,5 \text{ mm}$ pour le deuxième anneau noir. Calculer le rayon de courbure R .
- 4) On remplace la source bleue par une source rouge et on trouve $2,7 \text{ mm}$ pour le 5 ième anneau brillant. Quelle est la longueur d'onde de la radiation rouge?
- 5) L'interstice entre la lentille plan-convexe et la lame de verre est maintenant rempli de disulfure de carbone d'indice $n_3 = 1,63$.
 - a) Que devient l'aspect du centre de la figure d'interférence?
 - b) Quels sont les nouveaux rayons du 3 ième anneau noir obtenus avec les radiations précédentes bleue et rouge?
- 6) On enlève le disulfure de carbone de l'interstice. Expliquer ce que l'on observe lorsque l'on déplace vers le haut progressivement la lentille plan-convexe en gardant fixe la lame de verre.

Exercice 2.

On considère un réseau de longueur utile $L = 2 \text{ cm}$ et de $n = 750 \text{ traits/mm}$ éclairé par une source monochromatique en incidence oblique θ (figure 2).



(Figure 2)

- 1) Donner la formule définissant pour une incidence θ les directions θ_k dans lesquelles on trouve des maximum de lumière d'une radiation monochromatique de longueur d'onde λ .
- 2) On utilise ce réseau en incidence normale.
 - a) Calculer les angles des directions dans lesquelles nous avons des maximum de lumière pour une radiation de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$.
 - b) Montrer que l'on observe 5 directions avec une symétrie.
- 3) Nous utilisons ce réseau pour disperser les radiations d'une source de sodium. Calculer l'écart angulaire $\Delta\theta_k$ des maximum des radiations $\lambda_1 = 589 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$ de la source de sodium à :
 - a) L'ordre $k = 1$.
 - b) L'ordre $k = 2$.
- 4) Donner à l'ordre k l'expression du pouvoir de résolution R de ce réseau.
 - a) A l'ordre $k = 1$ ce réseau peut-il séparer les radiations $\lambda_1 = 589 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$.
 - b) Même question à l'ordre $k = 2$.

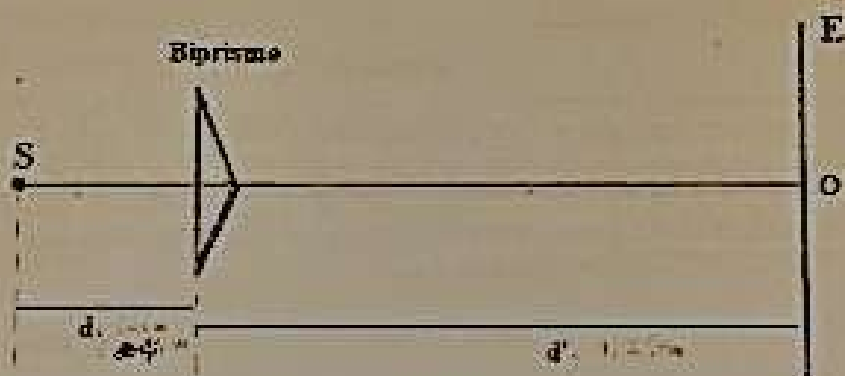
pas d'approximation

Bon Courage.

Contrôle de rattrapage d'Optique Physique
Durée : 1H 45mn

Exercice 1 : (Interférences)

Un bi-prisme constitué de deux prismes identiques de verre d'indice $n = 1,5$, accolés par leurs bases, de même angle au sommet A très faible, est éclairé par une source ponctuelle S émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 644 \text{ nm}$. La source S est située à $d = 50 \text{ cm}$ du bi-prisme. On observe les franges d'interférences sur un écran E situé à une distance de $d' = 1,25 \text{ m}$ (Figure 1).



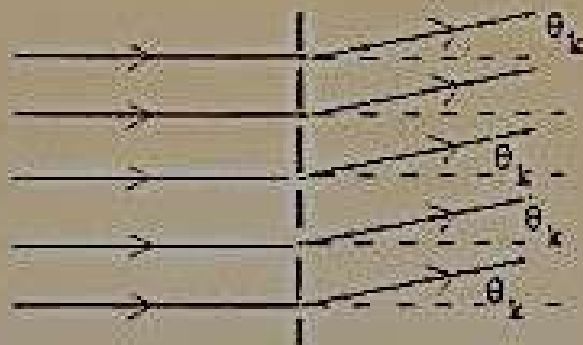
(Figure 1)

- 1) Préciser sur un schéma, la position des sources secondaires et le champ d'interférences.
- 2) Établir l'expression littérale, en fonction de A , n , d , de l'écartement S_1S_2 des sources secondaires S_1 et S_2 .
- 3) Établir les expressions littérales de l'interfrange i et de la largeur L du champ d'interférences sur l'écran E .
- 4) Sachant que la distance séparant la frange centrale et la quatrième frange sombre est $y = 2,25 \text{ mm}$.
 - a) Calculer l'angle au sommet A des prismes.
 - b) En déduire la distance S_1S_2 et déterminer le nombre de franges brillantes visibles dans le champ d'interférences.
- 5) La source émet maintenant deux radiations $\lambda_1 = 509 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 644 \text{ nm}$.
 - a) Décrire le phénomène observé.
 - b) Pour quelles valeurs des ordres p_1 et p_2 observe-t-on la première anti-coïncidence des franges.

$$p_1 - p_2 = 0, 1$$

Exercice 2 : (Diffraction)

On éclaire un réseau parfait plan par transmission, sous incidence normale, par un faisceau parallèle de lumière blanche (le spectre visible s'étend de $\lambda_V = 400 \text{ nm}$ à $\lambda_R = 800 \text{ nm}$). La longueur du réseau est de 4 cm , il comporte $n = 200$ traits par mm . (Figure 2).



(Figure 2)

$$\begin{cases} \theta_k = \frac{d \sin \theta_k}{\lambda} \\ \theta_k = \frac{d \sin \theta_k}{\lambda} \end{cases}$$

- 1) Quelles sont la position angulaire et l'étendue angulaire des spectres d'ordre 2 et d'ordre 3. A quelle distance de l'ordre zéro pourra-t-on les observer dans le plan focal d'une lentille de 50 cm de focale ?
- 2) Dans quels ordres k peut-on séparer, selon le critère de Rayleigh, les deux raies jaunes du « doublet du sodium » de longueurs d'onde $589,0$ et $589,6 \text{ nm}$?
- 3) Quel doit être le nombre minimal de fentes du réseau pour que cette séparation soit possible dans le premier ordre ?

Bon Courage.