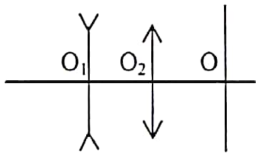
OPTIQUE

1. On étudie un système centré comportant un grand nombre de lentilles convergentes identiques de même axe. Les lentilles sont équidistantes et le foyer image de l'une est confondu avec le foyer objet de la suivante. Soit un rayon incident quelconque vérifiant les conditions de Gauss. Montrer que le trajet de ce rayon a une allure périodique (on pourra commencer par étudier des rayons parallèles à l'axe ou passant par le foyer objet de la première lentille).

2. Un objectif photographique est formé par une lentille divergente (L_1 de centre O_1) suivie d'une lentille convergente (L_2 de centre O_2). Le récepteur de lumière est plan, centré en O.

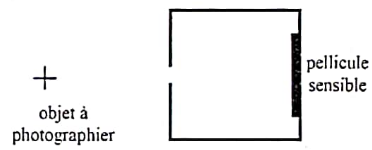


a. Étude préliminaire : on considère une lentille formant une image A' d'un objet A situé sur son axe. On note x et x' les abscisses de A et A'. Le grandissement axial en A γ_x est défini par $\gamma_x = \dfrac{dx'}{dx}$. Justifier la dénomination « *grandissement axial* » et montrer qu'il est lié au grandissement transversal γ par $\gamma_x = \gamma^2$.

b. O_2 est fixe. On note Ω le point objet dont l'image par la lentille convergente est O. À quelle condition (portant sur L_1) la photographie d'un objet à l'infini est-elle nette ? Montrer qu'en déplaçant L_1 (dans quel sens ?) on peut mettre au point sur un objet à distance finie.

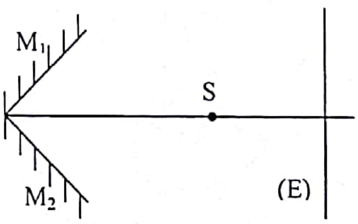
c. Une image nette est formée. On désire qu'un léger déplacement de L_2 (à L_1 fixe) permette de garder une image à peu près nette. Montrer que c'est possible à condition qu'au départ Ω, L_2, O soient dans une configuration particulière.
Montrer qu'au cours du déplacement la taille de l'image varie. Application ?

3. On veut prendre des photos à l'aide du dispositif ci-contre. L'objet à photographier est à une grande distance et émet de la lumière de longueur d'onde voisine de 0,5 µm. La boîte de profondeur $d = 20$ cm est percée par un trou circulaire de rayon R et la pellicule sensible est placée sur la paroi opposée au trou. Quelle est la valeur optimale de R ?



4. On effectue une expérience des trous d'Young en utilisant deux trous de diamètre 0,1 mm dont les centres sont distants de 0,5 mm, éclairés par une source monochromatique ponctuelle de longueur d'onde $\lambda = 0{,}6$ µm placée à 50 cm des trous. L'écran d'observation est à 50 cm des trous. Décrire la zone d'interférence et ce qu'on y voit.

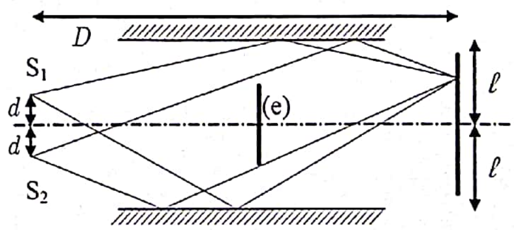
5. Deux miroirs plans rectangulaires font un angle de mesure très légèrement inférieure à $\pi/2$: on l'écrit sous la forme $\pi/2 - \varepsilon$. Une source lumineuse ponctuelle est placée dans le plan bissecteur selon le dessin ci-contre (elle est bien à l'extérieur du « triangle » limité par les deux miroirs) et éclaire uniquement vers la gauche. Un écran (E) est placé à droite.



a. Tracer le trajet des rayons issus de la source et rencontrant les miroirs. Vérifier que ce dispositif est susceptible d'engendrer des interférences.

b. Décrire en détail ce qu'on observe sur l'écran.

6. Les deux sources ponctuelles S_1 et S_2 (voir figure) sont monochromatiques de même longueur d'onde mais incohérentes. Le petit écran (e) ne permet l'arrivée sur l'écran d'observation que des rayons lumineux ayant subi une et une seule réflexion. Toutes les dimensions transverses sont négligeables devant D. Étudier la visibilité des franges d'interférence en fonction de la distance 2ℓ entre les miroirs.



7. La source lumineuse d'une lampe à incandescence est un filament de tungstène rectiligne. Elle éclaire par l'intermédiaire d'un collimateur de distance focale 6,2 cm deux trous d'Young très proches (la droite joignant le centre des trous est perpendiculaire au filament). On augmente l'écart d entre les trous jusqu'à ce que les franges disparaissent. À ce moment, $d = 0{,}35$ mm. Calculer le diamètre du filament en supposant que la lumière utilisée a une longueur d'onde moyenne $\lambda \approx 580$ nm.

8. On effectue l'expérience des fentes d'Young en lumière monochromatique parallèle (onde plane) de longueur d'onde $\lambda_0 = 0{,}56$ µm.

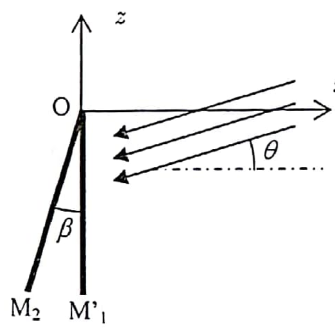
   a. La distance entre les fentes (F_1, F_2) et l'écran est égale à 1 m et la distance entre les fentes est 0,4 mm. Calculer l'interfrange. Soit O le centre de la figure d'interférence.

   b. On place devant une des fentes (F_1) une lame de verre d'épaisseur 10 µm et d'indice dépendant de la longueur d'onde $n(\lambda)$. Quel est le sens de décalage des franges ? Déterminer $n(\lambda_0)$ pour que le décalage soit de 15 mm.

   c. On utilise maintenant de la lumière blanche. En un point de l'écran l'ordre d'interférence p dépend alors de λ. Si p est extremum pour λ_0, p varie peu au voisinage de λ_0 et on voit une frange achromatique (peu colorée). On suppose que n dépend de la longueur d'onde suivant la loi $n = A + B/\lambda^2$. Calculer A et B sachant que la frange achromatique est à 16 mm de O du côté de F_1.

9. Dans une observation des franges d'égale inclinaison avec l'interféromètre de Michelson, les diamètres des deux premières franges lumineuses sont $\phi_1 = 7$ cm et $\phi_2 = 13$ cm. Quel est le diamètre de la troisième frange lumineuse ?

10. Un interféromètre de Michelson est réglé en coin d'air. Une source ponctuelle monochromatique est placée au foyer d'une lentille, le miroir M_2 est incliné (angle $\beta \ll 1$ rad par rapport au contact optique). On nomme Oy l'intersection du miroir M_2 et de l'image M'_1 de M_1 par la séparatrice. L'axe Ox est perpendiculaire à M'_1.



   a. Quel est l'interfrange du phénomène observé si l'incidence est quasi normale aux miroirs et l'écran d'observation parallèle aux miroirs ?

   b. La direction des rayons incidents fait un angle θ avec l'axe Ox. Trouver l'expression de l'ordre d'interférence p en fonction de θ, β, x et z.

   c. La source est étendue : θ prend toutes les valeurs entre $-\theta_0$ et $+\theta_0$. Que va-t-il se passer sur la figure d'interférence ?

   d. Quel est le lieu des points où $\dfrac{dp}{d\theta}(\theta = 0) = 0$? Interpréter.