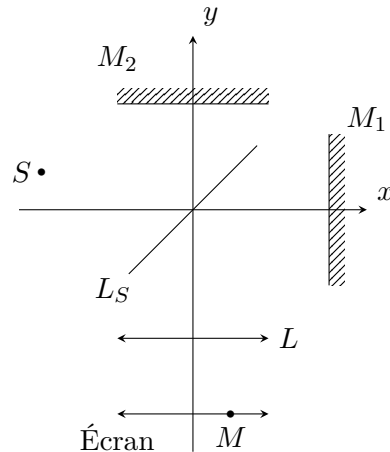


1 Interféromètre en lame d'air



On étudie un interféromètre de Michelson éclairé par une source ponctuelle et qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 550 \text{ nm}$.

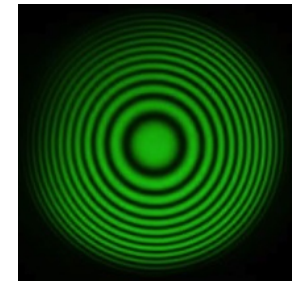
On observe la figure d'interférence sur un écran situé dans le plan focal image d'une lentille mince convergente L de distance focale image $f' = 50 \text{ cm}$ et d'axe Oy . L'ensemble est placé dans l'air, dont l'indice est pris égal à 1.

- 1) On observe des anneaux sur l'écran. En déduire l'orientation relative des deux miroirs. Pourquoi faut-il placer l'écran dans le plan focal image de la lentille ?
- 2) On note e l'épaisseur optique.
 - a) On relève le rayon du 1^{er} anneau sombre à partir du centre de la figure : $r_1 = 1,5 \text{ cm}$ et celui du 9^{ème} anneau sombre : $r_9 = 4,8 \text{ cm}$. Calculer numériquement e .
 - b) Quel est le rayon du 2^{ème} anneau sombre ?

- c) On constate que l'intervalle entre les anneaux successifs se resserre quand on passe du centre au bord de la figure d'interférences. Expliquer ce phénomène.

2 Anneaux d'égale inclinaison

Un interféromètre de Michelson est réglé en lame d'air. Il est éclairé par une lampe à vapeur de mercure devant laquelle on a placé un filtre produisant une lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 546,1 \text{ nm}$.

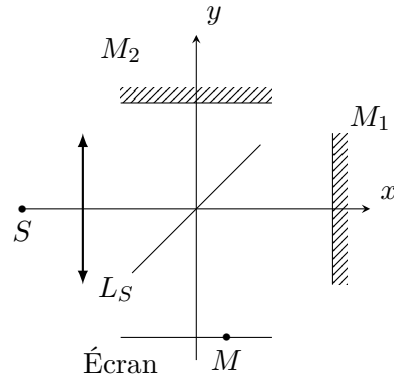


- 1) L'épaisseur optique est $e = 1,10 \text{ mm}$ et on observe les anneaux dans le plan focal image d'une lentille mince convergente de distance focale image $f' = 1,0 \text{ m}$. Calculer les rayons ρ_1 et ρ_2 des deux premiers anneaux brillants.
- 2) On diminue la valeur de e . Comment les anneaux évoluent-ils sur l'écran ? Calculer la valeur e' de e pour laquelle le premier anneau brillant disparaît. En déduire le rayon ρ'_1 du premier nouvel anneau brillant et le comparer à ρ_1 .

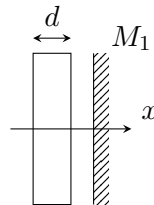
3 Mesure de l'épaisseur d'une lame de verre

On étudie un interféromètre de Michelson éclairé par une source ponctuelle S placée au foyer objet d'une lentille mince convergente. Cette source émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 546 \text{ nm}$.

L'interféromètre est réglé en lame d'air d'épaisseur optique e . On observe l'intensité lumineuse sur un écran placé dans la zone de sortie. L'ensemble est placé dans l'air, dont l'indice est pris égal à 1.



- 1) Tracer la marche des rayons lumineux qui viennent se superposer au point M de l'écran représenté sur la figure ci-dessus.
- 2) Les deux voies de l'interféromètre produisant la même intensité I_0 , quelle est l'expression de l'intensité $I(M)$ en fonction de I_0 , e et λ ? On déplace alors le miroir M_1 de façon à ce que son image par la séparatrice coïncide avec le miroir M_2 . Comment appelle-t-on cette configuration et quelle est la valeur de l'intensité sur l'écran?
- 3) Sans rien toucher aux réglages de la question précédente, on place maintenant sur la voie 1 de l'interféromètre une lame de verre transparente, à faces parallèles, d'indice $n = 1,5$ et d'épaisseur d .



- a) Quelle est la différence de marche supplémentaire due à la lame?

- b) Quelle est la nouvelle intensité détectée sur l'écran? Dans le cas où cette intensité serait à nouveau minimale, serait-il possible de calculer l'épaisseur de la lame?
- c) On utilise un laser accordable (c'est à dire de longueur d'onde réglable) et l'intensité minimale et réalisée pour deux longueurs d'onde très voisines λ_a et λ_b .

On mesure $\lambda_a = 653 \text{ nm}$ et $\lambda_b = 691 \text{ nm}$. En déduire l'épaisseur de la lame.

4 Interféromètre réglé en coin d'air

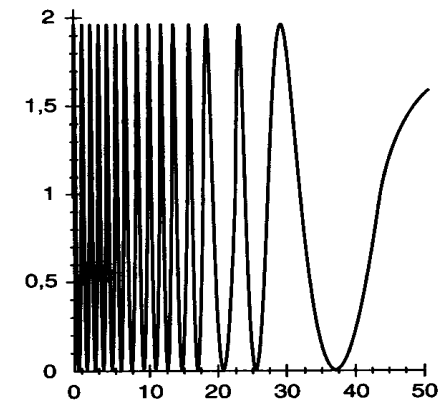
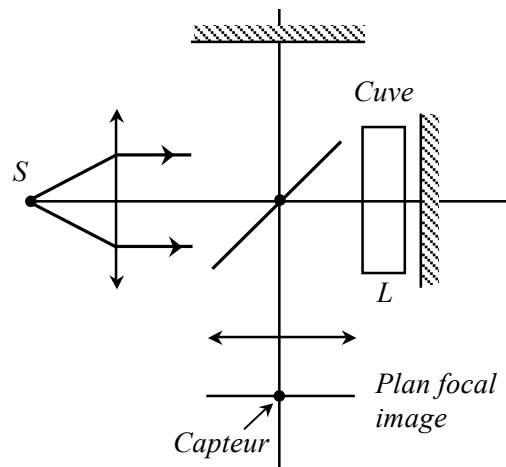
Un interféromètre de Michelson est réglé en coin d'air et il est éclairé sous une incidence quasi-normale par une source placée dans le plan focal objet d'une lentille. L'épaisseur optique e est nulle et on utilise une lampe à vapeur de sodium dont on supposera que la lumière est monochromatique, de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$.

On fait l'image des miroirs sur un écran à l'aide d'une lentille mince convergente. Les miroirs sont des disques de diamètre $D = 3 \text{ cm}$, leurs images des disques de diamètre $D' = 4 \text{ cm}$. On observe sur l'écran des franges d'interfrange $i' = 0,8 \text{ cm}$.

- 1) Que vaut l'angle α du coin d'air?
- 2) Combien de franges voit-on sur l'écran?

5 Mesure d'un indice optique grâce au Michelson réglé en lame d'air

Sur un des bras d'un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air et éclairé par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 638 \text{ nm}$, on intercale une cuve d'épaisseur $L = 1,6 \text{ cm}$, traversée par la lumière sous incidence normale.



On fait le vide dans cette cuve, puis on laisse l'air entrer progressivement. Un capteur d'intensité, placé au centre des franges d'égale inclinaison, délivre une tension $u(t)$ proportionnelle à I et représentée sur la figure ci-dessous.

- 1) Pourquoi observe-t-on une oscillation de l'éclairement ?
- 2) Au cours du remplissage, l'indice n du gaz dans la cuve augmente à partir de 1 jusqu'à l'indice de l'air n_a . Compter le nombre d'oscillations et en déduire un encadrement de l'écart $n_a - 1$ entre l'indice de l'air et celui du vide.