

OPTIQUE

Chapitre 4 : Dispositif interférentiel par division d'amplitude

Interféromètre de Michelson

Exercice 1 : Michelson réglé en lame d'air

On règle un interféromètre de Michelson en lame d'air et on l'éclaire à l'aide d'une lampe à vapeur de mercure. Un filtre permet d'isoler la raie de cette lampe à $\lambda_0 = 546 \text{ nm}$. La source est placée au foyer objet d'une lentille convergente de distance focale $f_2' = 10 \text{ cm}$.

- 1) La source est un disque de diamètre $d = 4 \text{ cm}$.
 - a) Observe-t-on des interférences partout ?
 - b) Faire un schéma équivalent du montage et tracer les rayons lumineux arrivant en un point M.
 - c) Calculer la différence de marche en M et décrire la figure d'interférence observée sur l'écran.
 - d) La distance relative entre les deux miroirs est $e = 0,75 \text{ mm}$. Calculer l'ordre d'interférence p_0 au centre de la figure d'interférence.
 - e) On utilise une lentille de projection de focale $f_1' = 1 \text{ m}$. Combien voit-on d'anneaux ?
 - f) Calculer les rayons des cinq premiers anneaux brillants.
- 2) Le Michelson étant toujours réglé en lame d'air d'épaisseur e , on remplace la lampe à vapeur de mercure par une lampe à vapeur de sodium étendue possédant deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 autour de la longueur d'onde moyenne $\lambda_0 = 546 \text{ nm}$.
 - a) Exprimer l'intensité en tout point M de l'écran. Commenter.
 - b) On chariote le miroir mobile et lorsque e varie de $\Delta e = 0,87 \text{ mm}$, on observe quatre brouillages successifs au centre de l'écran. En déduire $\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1$.

Exercice 2 : Michelson réglé en coin d'air

On règle un interféromètre de Michelson en coin d'air et on l'éclaire à l'aide d'une source monochromatique étendue de longueur d'onde $\lambda_0 = 546 \text{ nm}$ et placée dans le plan focal objet d'une lentille convergente L_1 . Sur un écran situé à une distance $D = 1 \text{ m}$ derrière la lentille de projection L_2 de focale $f' = 20 \text{ cm}$, on observe des franges rectilignes d'interfrange $i = 3,5 \text{ mm}$.

- 1) Où sont localisées les franges d'interférences dans ce montage ?
- 2) Où doit-on placer l'ensemble lentille+ écran par rapport au miroir afin d'observer nettement l'image de la figure d'interférences sur l'écran d'observation ?
- 3) Quel grandissement la lentille réalise-t-elle de la figure d'interférences ?
- 4) En déduire l'interfrange des interférences réelles.
- 5) En déduire l'angle que font les deux miroirs entre eux.
- 6) On éclaire le Michelson avec une source monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 546 \text{ nm}$ et on place devant le miroir M_1 (celui recevant les rayons réfléchis par la séparatrice) une cuve dont la longueur intérieure est $d = 1,0 \text{ cm}$. On remplace l'écran par un détecteur qui mesure l'intensité en un point fixe. Initialement, la cuve est vide, et le détecteur est placé sur un maximum d'intensité. On fait entrer l'air dans la cuve, jusqu'à ce que la pression soit égale à la pression atmosphérique. On voit défiler alternativement 10 franges noires et 9 franges claires, et le détecteur indique finalement une intensité égale à la moitié de l'intensité maximale. Déterminer l'indice de l'air.

Exercice 3 : Interféromètre de Michelson - Influence d'une lame de verre

On étudie un interféromètre de Michelson monté en lame d'air, éclairé par une source étendue monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 546 \text{ nm}$. On observe dans le plan focal image d'une lentille convergente (distance focale $f_0 = 1 \text{ m}$) à la sortie du Michelson. A partir d'une position où les miroirs M_1 et M_2 sont symétriques par rapport à la séparatrice, on translate le miroir M_1 de $e = 1 \text{ mm}$.

- 1) Etablir par un schéma l'équivalence du Michelson avec une lame d'air à faces parallèles. Les franges sont-elles localisées ? Si oui, où ? Etablir l'expression de la différence de marche entre deux rayons issus d'un même incident et arrivant sous l'angle d'incidence i .
- 2) Qu'observe-t-on sur l'écran ? Déterminer l'ordre d'interférence au centre de la figure. Exprimer le rayon du $k^{\text{ième}}$ anneau clair en fonction de l'ordre d'interférence p_k de cet anneau. En déduire le rayon du quatrième anneau clair.
- 3) On insère devant le miroir M_1 une lame de verre à faces parallèles, d'indice $n = 1,5$ et d'épaisseur $e' = 8 \mu\text{m}$. Quel est la nouvelle valeur de l'ordre d'interférence au centre de l'écran ? Quelle est l'influence de cette lame ?