

Exercices du chapitre Op4

Interféromètre de Michelson en lame d'air

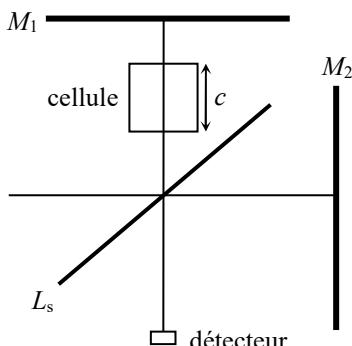
1. Observation d'anneaux en lame d'air

On réalise des interférences avec un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air à faces parallèles ; la source utilisée est étendue et monochromatique, de longueur d'onde $\lambda = 0,5461 \mu\text{m}$ dans l'air. La différence de longueur des « bras » de l'interféromètre est $e = 1,000 \text{ cm} \pm 10 \mu\text{m}$. Pour observer les interférences, on utilise en sortie une lentille convergente de focale $f' = 1,00 \text{ m}$.

- Comment peut-on obtenir la source de lumière indiquée ?
- Représenter sur un schéma la lame d'air équivalente à cet interféromètre, comportant deux miroirs (dont un virtuel), ainsi que la lentille et l'écran de projection, et tracer complètement deux rayons interférant sur l'écran.
- Déterminer la différence de marche en un point M de l'écran, situé à une distance r de l'axe optique de la lentille.
- Exprimer l'ordre d'interférences p en M quelconque, et sa valeur p_0 au centre. Calculer p_0 et commenter.
- On suppose p_0 demi-entier : que voit-on au centre ? Montrer que le rayon du q -ième anneau sombre est proportionnel à \sqrt{q} . Calculer les rayons des trois premiers.
- On diminue lentement e sans modifier l'orientation des miroirs. Que voit-on sur l'écran ? Que voit-on lorsque $e = 0$?

2. Mesure de l'indice de l'air

Sur un des bras d'un interféromètre de Michelson monté en lame d'air, et éclairé par un laser de longueur d'onde $\lambda_0 = 638 \text{ nm}$, on ajoute une cellule (petit réservoir contenant de l'air et fermé par des lames transparentes) d'épaisseur $c = 1,6 \text{ cm}$ traversée par la lumière sous incidence normale.



On fait le vide dans cette cellule. Puis on laisse l'air rentrer progressivement et un capteur d'éclairement placé au centre des franges d'égale inclinaison donne la tension $v(t)$ représentée sur la figure 1 (colonne suivante).

Interpréter l'allure du graphe et en déduire une mesure de l'écart $n-1$ entre l'indice de l'air et celui du vide, dans les conditions de l'expérience.

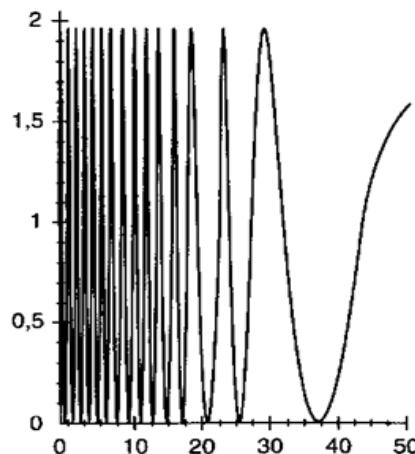


Figure 1

3. Bande passante d'un filtre

Un interféromètre de Michelson, initialement au contact optique, est éclairé par une lampe blanche munie d'un filtre, centré sur $\lambda_m = 500 \text{ nm}$. On translate le miroir chariotable, et on constate que des franges d'interférences sont visibles tant que le déplacement est inférieur à $10 \mu\text{m}$ (dans les deux sens).

- Quelle est la couleur de la lumière observée ? Quelle est la forme des franges ?
- Évaluer, avec un chiffre significatif, la largeur de la raie lumineuse donnée par le filtre, en pulsation ($\Delta\omega$) et en longueur d'onde ($\Delta\lambda$).

Changement de configuration de l'interféromètre

4. Configurations de l'interféromètre de Michelson

On réalise des interférences avec un interféromètre de Michelson ; la source utilisée est étendue et monochromatique, de longueur d'onde $\lambda = 0,4227 \mu\text{m}$.

- L'interféromètre est réglé en lame d'air à faces parallèles. La différence de longueur des bras est alors de $L = 1,000 \text{ cm} \pm 10 \mu\text{m}$. Pour observer les interférences, on utilise en sortie une lentille convergente de focale $f' = 1,00 \text{ m}$. Calculer les rayons des deux premiers anneaux brillants et sombres en supposant l'ordre d'interférence demi-entier au centre.
- On diminue lentement L sans modifier l'orientation des miroirs ; comment varie l'ordre d'interférence au centre ? Que voit-on lorsque $L = 0$?
- Pour $L = 0$, on modifie légèrement l'orientation de l'un des miroirs, d'un angle ε très petit. Les interférences sont projetées sur un écran à l'aide d'une lentille de distance focale 20 cm. L'écran est placé à 1,0 m de cette lentille. Faire un schéma en précisant les conditions que doivent vérifier le positionnement des lentilles pour observer la figure d'interférences sur l'écran. Déterminer ε sachant que l'interfrange sur l'écran est de 5,0 mm.

Réponses partielles

1. e) $r_n = f' \sqrt{\frac{\lambda}{e}} \sqrt{q}$.

2. $n-1 = 3,0 \cdot 10^{-4}$.

3. b) $\Delta\lambda = 10 \text{ nm}$.