



Travaux dirigés d'optique physique : Série 4

Exercice 1 : lame à faces parallèles

On considère une lame à faces parallèles d'épaisseur e et d'indice $n = 1,5$. La lame est éclairée par une source monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 720 \text{ nm}$ dans le vide par l'intermédiaire d'un miroir semi-transparent M . Un rayon incident AI donne naissance aux différents rayons réfléchis (voir Figure 1). On s'intéresse aux phénomènes d'interférences par transmission.

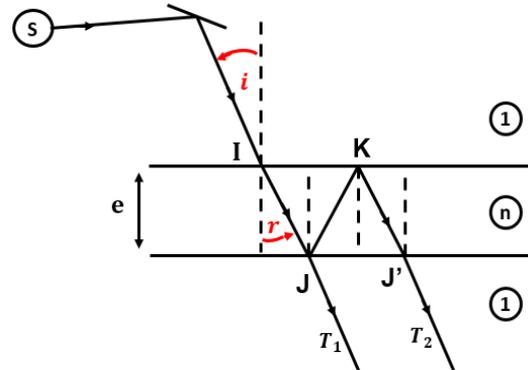


Figure 1

- 1) Calculer la différence de marche δ entre les deux premiers rayons transmis? En déduire l'expression de l'intensité lumineuse résultante.
- 2) Où interfèrent normalement les deux premiers rayons transmis? Compte tenu de la symétrie du problème, montrer que la figure d'interférences est constituée d'anneaux. Justifier la dénomination "franges d'égale inclinaison".
- 3) On recueille les rayons transmis à l'aide d'une lentille mince de distance focale $f' = 1 \text{ m}$ et on observe les anneaux dans le plan focal de celle-ci. Sachant que le diamètre du 1^{er} anneau brillant est 16 mm , calculer l'épaisseur e de la lame si :
 - a. Le centre est supposé sombre.
 - b. Le centre est supposé brillant.

Exercice 2 : Anneaux de Newton

Une lentille plan-convexe est planée au-dessus d'un plan en verre réfléchissant. On s'intéresse aux rayons réfléchis par la face convexe (de centre C , de rayon de courbure R et de sommet S) de la lentille et la face plane du verre. Ces deux surfaces sont séparées par de l'air. On éclaire le dispositif sous incidence quasiment normale et on observe les phénomènes d'interférences par réflexion.

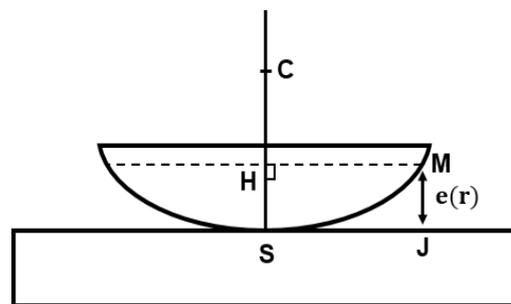


Figure 1

- 1) Calculer $r = HM$ en fonction du rayon de courbure de la face convexe $CM = R$ et de $e(r)$ au point M .
- 2) En déduire l'expression de $e(r)$ quand $R \gg e(r)$.
- 3) Quelle est la différence de marche entre deux ondes de directions voisines de la normale, réfléchies respectivement en J et M ?

- 4) Déterminer l'ordre d'interférences p en fonction de r ainsi que la forme des franges.
- 5) Déterminer l'ordre d'interférences et l'intensité lumineuse au centre. A.N : $R = 1$ m, $\lambda = 589,3$ nm.
- 6) Déterminer le rayon r_K du K ème anneau noir compte à partir de S .
Une distance e_0 sépare maintenant le sommet du dioptre et la face plane.
- 7) Quelle est l'expression de $e(r)$ dans ce cas avec $R \gg e(r)$?
- 8) Quelle est la différence de marche entre deux ondes de directions voisines de la normale, réfléchis respectivement en J et M ?
- 9) Déterminer l'ordre d'interférences p en fonction de r ainsi que la forme des franges.
- 10) Déterminer l'ordre d'interférences au centre. Comment l'intensité a-t-elle changée par rapport à la question 5 ou $e_0 = 0$?
- 11) Déterminer le rayon r_K du K ème anneau noir compté à partir de S .

Exercice 3 : Interféromètre de Fabry -Pérot

Un interféromètre **Fabry-Pérot** est constitué d'une lame d'air d'épaisseur e comprise entre deux lames de verre d'épaisseur négligeable. Les faces des deux lames de verre en regard sont planes, parallèles et rendues très réfléchissantes. On désignera par R et T les pouvoirs de réflexion et de transmission en intensité de chacune des deux lames. On éclaire le **Fabry-Pérot** par une source étendue monochromatique de longueur d'onde λ dans le vide.

- 1- Calculer le déphasage $\varphi(i)$ entre deux ondes transmises consécutives dans la direction faisant un petit angle i avec la normale aux faces des lames.
- 2- Montrer que l'expression de l'intensité lumineuse de l'onde résultante transmise par l'interféromètre dans une direction i , s'écrit sous la forme :

$$I(i) = \frac{I_0 \left(\frac{T}{1-R} \right)^2}{1 + m(R) \cdot \sin^2 \left[\frac{\varphi(i)}{2} \right]}$$

Où $m(R)$ est une fonction de R que l'on déterminera.

- 3- Sachant que le pouvoir de réflexion est $R = 0,88$ et le pouvoir d'absorption est $A = 0,05$:
 - a- Calculer en fonction de I_0 , les intensités maximale I_{max} et minimale I_{min} .
 - b- Calculer le contraste C des franges.
 - c- Tracer les allures du graphe de la fonction $f(\varphi) = \frac{I(i)}{I_0}$ pour $R = 0,88$ et pour $R = 0,30$.
 - d- Établir en fonction de R , l'expression du coefficient de finesse \mathcal{F} des franges. En déduire \mathcal{F} pour $R = 0,88$.
- 4) On admet, que seules les variations de longueur d'onde produisant des déphasages supérieurs ou égaux à la largeur $\Delta\varphi$ d'un pic à mi-hauteur sont détectables. En déduire l'expression du pouvoir de résolution \mathfrak{R} de l'interféromètre en fonction du coefficient \mathcal{F} et de l'ordre p d'interférence.