

## TD 22 - Interférences lumineuses

### 1 Étude d'une lame de verre - III

Un dispositif de trous d'Young est utilisé afin de vérifier la qualité de l'homogénéité d'une lame mince transparente. Le dispositif est éclairé en incidence normale par une onde plane, monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda$  issue d'une source ponctuelle  $S$  placée au foyer objet d'une lentille mince convergente. Les deux trous sont distants de  $a$ . L'observation se fait sur un écran parallèle au plan des trous situé à grande distance de ceux-ci.

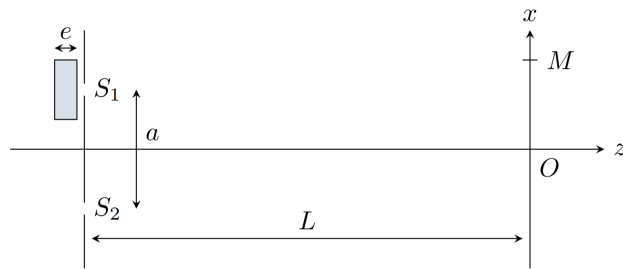


FIGURE 1 – Schéma du dispositif considéré

1. En l'absence de la lame, tracer le trajet des deux rayons lumineux qui vont interférer en  $M(x, y, 0)$ , puis déterminer la différence de marche  $\delta = (S_2M) - (S_1M)$ . En déduire l'interfrange  $i$ , l'expression de l'intensité lumineuse  $I(x)$  sur l'écran et la figure d'interférences observée.
2. La lame d'indice  $n$ , pour l'instant supposé homogène est à présent placée devant le trou  $S_1$ . Déterminer la nouvelle expression de la différence de marche  $\delta(M)$ .
3. La lame n'est plus supposée homogène. On constate expérimentalement en déplaçant la lame parallèlement aux trous de telle sorte que chaque point de la lame ait été éclairé le défilement en  $O$  de quatre interfranges au maximum (défilement entre les valeurs minimale et maximale de l'indice). Déterminer, en fonction de  $\lambda$  et  $e$ , l'écart  $\Delta n = n_{\max} - n_{\min}$  entre les valeurs extrêmes de l'indice de réfraction de la lame. Calculer  $\Delta n/n$  et conclure.

Données :

$$\lambda = 579,0 \text{ nm} \quad ; \quad e = 2,000 \text{ mm} \quad ; \quad n = 1,598 \quad (1)$$

### 2 Interférences et irisations (CCINP 2019) - III

On souhaite expliquer le phénomène optique responsable des irisations (couleurs qui change en fonction de l'angle de vue, comme sur les plumes des oiseaux, ailes de papillon...). On modélise cela par une couche d'épaisseur  $e$  d'indice optique  $n_1$ . On note l'indice optique de l'air  $n_0$ .

On considère un rayon incident supposé monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide, voir figure 2. Le rayon lumineux se divise en un rayon transmis et un rayon (a) réfléchi dans l'air. Le rayon transmis est lui même en partie réfléchi puis en partie transmis dans l'air, on note (b) le rayon qui ressort. Les rayons (a) et (b) sont parallèles.

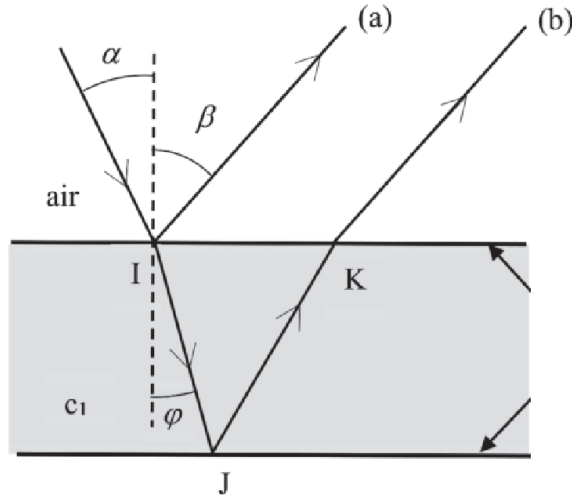


FIGURE 2 – Trajet des rayons lumineux

1. Déterminer l'angle  $\beta$ . Justifier.
2. Pourquoi le rayon IJ change-t-il de direction de propagation par rapport au rayon incident ? Comment nomme-t-on ce phénomène ?
3. Les deux rayons (a) et (b) vont interférer. Expliquer pourquoi, en rappelant les conditions pour que le phénomène d'interférences apparaisse.

Les interférences ont lieu à l'infini, les rayons (a) et (b) étant parallèles. On donne l'expression de la différence de marche  $\delta$  entre ces deux rayons à l'infini

$$\delta = 2n_1 e \cos(\varphi) + \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

4. \*\* Démontrer cette expression. On pourra introduire le point H, projeté orthogonal de K sur le rayon (a) et P le point au centre du segment IK..
5. Justifier le terme  $\lambda/2$  apparaissant dans l'expression de la différence de marche.
6. Montrer que

$$\delta = 2e \sqrt{n_1^2 - n_0^2 \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

7. Donner sans démonstration l'expression de l'intensité lumineuse résultant de la superposition des rayons (a) et (b). On introduira et définira les notations utiles. On suppose que l'intensité du rayon lumineux (a) pris seul est identique à celle du rayon (b) pris seul.
8. Démontrer que l'on voit de la lumière dans la direction  $\beta$  telle que  $\delta = p\lambda$  où  $p$  est un entier. Comment qualifie-t-on les interférences dans ce cas ?

En réalité la lumière incidente est une lumière blanche : c'est la lumière du soleil. Elle contient ainsi toutes les longueurs d'ondes du spectre visible.

9. Expliquer alors que selon l'angle d'observation  $\beta$  de la structure, la lumière observée n'a pas la même couleur.