T.D. Optique Physique
Série 3

Exercice 1

La lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$ d'une source ponctuelle **S** éclaire un masque percé de 2 trous identiquement très petits **S₁** et **S₂**. **S₁** et **S₂** sont situés à égale distance **b** de l'axe optique. Par rapport au masque, la source primaire **S** est placée à une distance **d = 0,5 m**, et on observe la production de franges d'interférences sur un écran **E** placé à une distance **D = 2 m**.

- 1./ Tracer un schéma en précisant les axes et les rayons lumineux.
- 2./ Calculer la différence de marche δ , puis écrire l'intensité **I** en un point **M** de l'écran au voisinage de l'axe optique. Préciser la nature et l'orientation des franges. Quelle est la valeur du contraste **C** de ces franges ?
- 3./ Donner la position de la frange d'ordre d'interférence zéro.
- 4./ L'interfrange mesuré étant **i = 0,5 mm**, calculer la distance de séparation (**2b**) entre les trous.
- 5./ On déplace la source **S** d'une distance **a = 1 mm** parallèlement à la direction **S₁S₂**. A quelle distance de l'axe optique observe-t-on dans ce cas la frange d'ordre zéro ?
- 6./ On se propose de ramener la frange d'ordre zéro sur l'axe optique en plaçant une lame de verre d'indice **n = 1,5** sur l'un des 2 trous. Sur quel trou doit-elle être placée ? Préciser l'épaisseur **e** de la lame.

Exercice 2

On dispose d'un biprisme de Fresnel, d'indice **n = 1,5** et d'angle **A**. Il est éclairé par une fente mince très fine **S**, émettant une lumière monochromatique. La fente **S** est située à **d = 10 cm** du biprisme. On observe les franges d'interférences à l'aide d'un oculaire dont le plan focal objet se trouve à une distance **d' = 50 cm** du biprisme.

- 1./ Préciser sur un schéma, la position des fentes secondaires et le champ d'interférences. Etablir l'expression littérale, en fonction de **A**, **n**, **d**, de l'écartement **S₁S₂** des fentes virtuelles **S₁** et **S₂**.
- 2./ Etablir les expressions littérales de l'interfrange **i** et de la largeur de **L** du champ d'interférences.

On éclaire le système avec une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$. On mesure la longueur séparant les franges brillantes d'ordre **+4** et **-4**, et on obtient **l = 2,7 mm**.

- 3./ Calculer l'angle au sommet **A** des prismes. En déduire la distance **S₁S₂**. Déterminer le nombre de franges brillantes visibles dans le champ d'interférences.

Exercice 3

Soit un dispositif bilentille de Billet. Deux demi-lentilles d'une même lentille mince de focale **f = 50 cm** sont légèrement écartées perpendiculairement de **e = ± 0,5 mm** d'un point **O** de l'axe optique. Une source ponctuelle monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ éclaire le dispositif de bilentille et on observe les franges sur un écran **E** placé à **4m** des demi-lentilles.

1./ Trouver la position et l'écartement des sources secondaires S_1 et S_2 données par le système sachant que la source S est placée à **75 cm** devant O .

2./ Calculer l'interfrange i .

Exercice 4

Un système de miroirs de Fresnel, d'angle d'inclinaison l'un par rapport à l'autre des deux miroirs est de $\alpha = 0,344^\circ$, est éclairé par une source primaire à travers une fente fine S située à $d = 20 \text{ cm}$ de l'arête des miroirs. On observe des franges d'interférences entre les rayons issus des deux sources virtuelles S_1 et S_2 , images de la source S par chacun des deux miroirs M_1 et M_2 .

1./ Calculer l'interfrange pour $\lambda = 500 \text{ nm}$, si le plan d'observation est situé à $D = 1 \text{ m}$ de l'arête des miroirs.

2./ Que se passe-t-il si, sans que sa distance de l'arête des miroirs ne change, on tourne légèrement la fente éclairée par une source primaire d'un angle β ?

Exercice 5

Pour diviser un faisceau lumineux d'intensité I_0 , on utilise une lame de verre à faces parallèles d'indice $n = 1,5$. Sur chaque dioptre une partie de la lumière est transmise, alors que l'autre est réfléchi¹.

1./ Si l'on ne prend en considération que les deux premiers rayons réfléchis I_{R1} et I_{R2} , déterminer leurs intensités en fonction de I_0 .

2./ Calculer le contraste C_R des interférences (localisées à l'infini) par visualisation en réflexion.

3./ Montrer qu'en raison d'un contraste C_T faible, les franges par visualisation en transmission sont difficiles à observer.

Exercice 6

En vue d'avoir un minimum de réflexion pour la radiation moyenne dans le visible ($\lambda = 560 \text{ nm}$), on dépose sur du verre ($N \sim 1,8$) une couche mince de magnésium fluoride (MgF_2) d'épaisseur uniforme e et d'indice de réfraction $n = 1,39$.

1./ Justifier que les déphasages des deux premiers rayons réfléchis **1** et **2** sont $\varphi_1 = \pi$ et

$$\varphi_2 = \pi + \frac{2\pi}{\lambda} \delta \text{ (où } \delta \text{ est la différence de marche entre les rayons 1 et 2).}$$

Pour limiter au maximum le phénomène de reflet, on va chercher à obtenir des interférences destructives. Pour simplifier le raisonnement, on se limitera au cas de l'incidence normale ($i = r = 0$).

2./ Quelle est la différence de marche δ ? A quelle condition les interférences sont-elles destructives ? Quel doit être la plus petite épaisseur de la couche remplissant cette condition ?

3./ L'épaisseur de la couche est-elle une condition suffisante pour un traitement antireflet du verre ?

¹ Les coefficients de réflexion et de transmission sont $r = \frac{n-1}{n+1}$ et $t = 1 - r$ pour les amplitudes.