

## DM de physique n° 18

### Exercice : Interférences entre deux sources lumineuses



**FIGURE 1** : Dispositif interférentiel

On considère deux sources ponctuelles monochromatiques  $S_1$  et  $S_2$  distantes de  $a$ , plongées dans l'air d'indice égal à 1, émettant des ondes lumineuses de même longueur d'onde dans le vide  $\lambda$ . On admet que les ondes lumineuses issues de ces deux sources peuvent interférer entre elles et on s'intéresse à l'éclairement produit sur un écran éloigné ( $D \gg r$  et  $D \gg a$ ). Sur la figure 1,  $O$  est le centre du segment  $[S_1S_2]$ ,  $O'$  le point d'intersection de la droite  $(S_1S_2)$  avec l'écran et  $M$  un point quelconque de l'écran, situé à une distance  $r$  de  $O'$ .

1. Exprimer les distances  $S_1M$  et  $S_2M$  en fonction de  $a$ ,  $r$  et  $D$ .
2. On admet les développements de Taylor à l'ordre 3 en  $a/D$  et  $r/D$ .

$$S_1M \simeq D \left( 1 + \frac{a}{2D} + \frac{r^2}{2D^2} - \frac{ar^2}{4D^3} \right) \quad \text{et} \quad S_2M \simeq D \left( 1 - \frac{a}{2D} + \frac{r^2}{2D^2} + \frac{ar^2}{4D^3} \right)$$

Montrer que l'on peut alors écrire l'ordre d'interférence  $p(M)$  au point  $M$  sous la forme  $p(M) = p_0 - \alpha r^2$  où  $p_0$  et  $\alpha$  sont deux constantes positives à exprimer en fonction des données du problème.

La figure 2 représente l'éclairement observé sur l'écran, le centre de la figure correspondant au point  $O'$ .

3. En vous appuyant sur le résultat de la question 2 justifier que les franges d'interférences sont circulaires et centrées sur  $O'$ .
4. Le centre de la figure d'interférence est brillant. Que pouvez-vous dire de la valeur de  $p_0$  ? Justifier.
5. Quel est l'ordre d'interférence correspondant au premier anneau brillant ? Au  $k$ -ième anneau brillant ? En déduire que le rayon  $r_k$  du  $k$ -ième anneau brillant vaut :

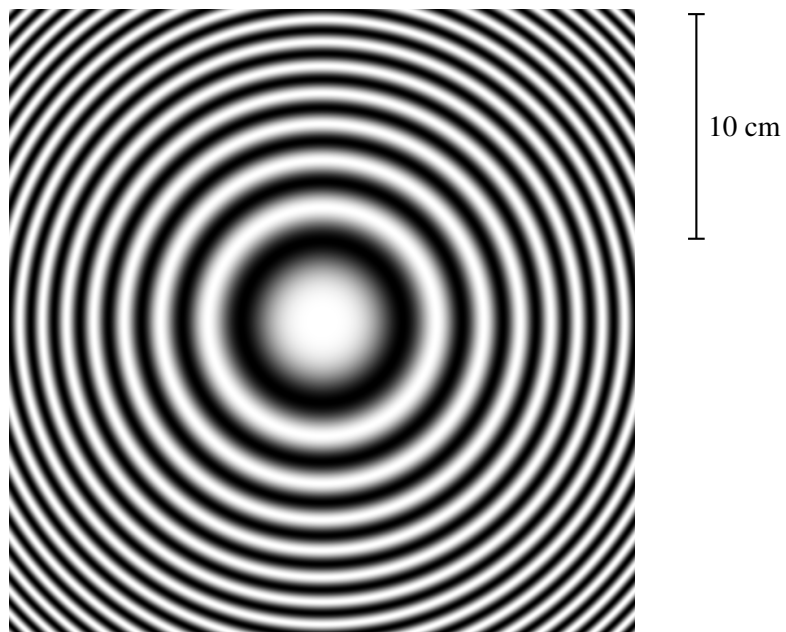
$$r_k = \sqrt{k} r_1$$

où  $r_1$  est le rayon du premier anneau brillant, à exprimer en fonction de  $a$ ,  $\lambda$  et  $D$ .

6. En vous servant de la figure 2, déterminer numériquement la distance  $a$  entre les deux sources.

Données :  $\lambda = 532 \text{ nm}$ ,  $D = 1,2 \text{ m}$ .

7. Expliquer qualitativement de quelle façon la figure d'interférences est modifiée si l'on plonge le dispositif dans de l'eau d'indice  $n \simeq 1,33$ .



**FIGURE 2** : Allure de la figure d'interférence