

Corrigé DM18

Exercice : Interférences entre deux sources lumineuses

1. On calcule les distances en utilisant le théorème de Pythagore :

$$S_1M = \sqrt{\left(D + \frac{a}{2}\right)^2 + r^2} \quad \text{et} \quad S_2M = \sqrt{\left(D - \frac{a}{2}\right)^2 + r^2}$$

2. À partir des expressions fournies on détermine la différence de marche puis l'ordre d'interférences :

$$\delta(M) = S_1M - S_2M \simeq a - \frac{ar^2}{2D^2} \quad \text{et} \quad p(M) = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{a}{\lambda} - \frac{a}{2\lambda D^2} r^2$$

On obtient le résultat attendu avec $p_0 = \frac{a}{\lambda}$ et $\alpha = \frac{a}{2\lambda D^2}$.

3. Une frange d'interférence correspond à l'ensemble des lieux qui ont une même valeur de différence de marche (ou d'ordre d'interférence, ce qui revient au même). D'après l'expression obtenue à la question précédente, une frange d'interférence est caractérisée par :

$$p(M) = \text{Cste} \iff r = \text{Cste}$$

Les franges sont donc des cercles centrés sur O' .

4. Le centre de la figure d'interférence est brillant, ce qui signifie que les interférences sont **constructives** en O' . Autrement dit, l'ordre d'interférence $p(O')$ est un entier. D'après le résultat de la question 3 :

$$p(O') = p(r=0) = p_0$$

p_0 est un entier.

5. On remarque que l'ordre d'interférence décroît à mesure que r augmente, c'est-à-dire que l'on s'éloigne du centre. Si p_0 est l'ordre d'interférence au centre alors il vaut $p_0 - 1$ pour le premier anneau brillant et $p_0 - k$ pour le k -ième anneau brillant.

Le rayon du k -ième anneau brillant vérifie donc la relation :

$$p_0 - k = p_0 - \alpha r_k^2 \iff r_k = \sqrt{\frac{k}{\alpha}}$$

Par identification on trouve que $r_1 = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} = D\sqrt{\frac{2\lambda}{a}}$.

6. D'après la relation précédente on peut déterminer la valeur de a en mesurant le rayon r_n d'un anneau brillant :

$$a = \frac{2k\lambda D^2}{r_k^2}$$

On choisit sur la figure 2 le rayon le plus grand possible (pour gagner en précision). Il s'agit de l'anneau $k = 14$ et on mesure, à l'aide de l'échelle fournie :

$$r_{14} = 19 \text{ cm}$$

La distance entre les deux sources vaut $a = 0,59 \text{ mm}$.

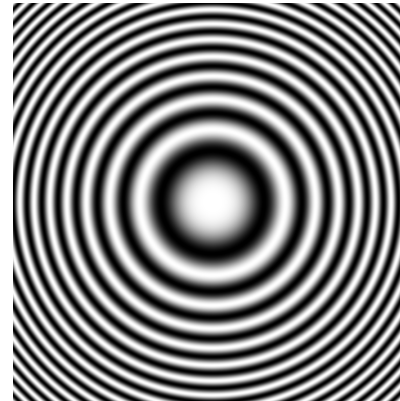
7. Dans le cas où le système est plongé dans un milieu d'indice $n \neq 1$ il faut modifier la différence de marche de la manière suivante :

$$\delta = (S_1M) - (S_2M) = n(S_1M - S_2M)$$

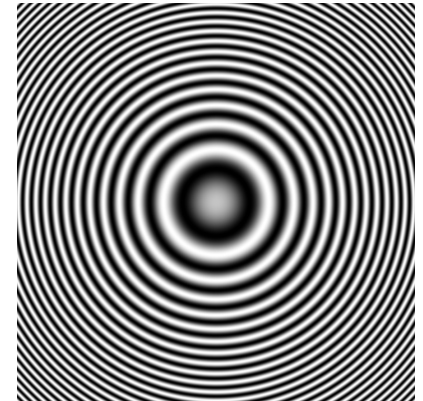
On trouve alors que $p(M) = \frac{na}{\lambda} - \frac{na}{2\lambda D^2} r^2$. L'ordre d'interférence au centre de la figure est $p_0 = \frac{na}{\lambda}$; il n'est plus forcément entier donc **le centre de la figure d'interférence n'est plus nécessairement brillant**. Les rayons des anneaux brillants suivent la relation :

$$r_k = \sqrt{k} r_1 = D\sqrt{\frac{2\lambda}{na}} \times \sqrt{k}$$

Comparé au cas où le système est plongé dans l'air les rayons des anneaux brillants sont plus petits d'un facteur $1/\sqrt{n}$. **Les anneaux sont plus proches les uns des autres dans le cas où le système est plongé dans l'eau.**



système plongé dans l'air



système plongé dans l'eau