

LP n°37 : Interférences non localisées en lumière monochromatique

Prérequis :

- Notion d'optique ondulatoire (Term S)

Bibliographie :

- Tec & Doc

- V en 1 PC-PC*

Introduction : Expérience de Thomas Young (1773-1829) : montre la nature ondulatoire de la lumière (irisation aux bords d'une carte frappée par la lumière provenant d'une ouverture dans un volet). Confrontation du modèle corpusculaire (Newton) et ondulatoire.

I Généralités *Tec & Doc*

1 Onde lumineuse et modèle scalaire de la lumière

Définition d'une onde monochromatique. Double périodicité

$$\omega = 2\pi f \quad c = \lambda f \quad T = \frac{1}{f}$$

$$S(M, T) = a \cos(\omega t - \varphi_m) \quad \varphi_m = \varphi_s + \frac{2\pi}{\lambda}(SM)$$

2 Intensité lumineuse

$$I \propto \langle s^2 \rangle_t$$

justification :

$$- T_{\text{lumière}} \propto 10^{-15}\text{s} \quad T_{\text{œil}} \propto 0,05\text{s} \quad T_{\text{capteur}} \propto 10^{-6}\text{s}$$

- Le 2 permet de faire en sorte que la moyenne du cosinus revienne à 1

3 Notion d'interférence

$$\text{calcul de } I = 2\langle (s_1 + s_2)^2 \rangle \implies I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \langle \cos(\varphi_{m2} - \varphi_{m1}) \rangle$$

Notion de source primaire, secondaire

Interférence si monochromatique : même λ et même ω

$\varphi_{s2} - \varphi_{s1}$ si aléatoire, pas d'interférence, sinon, c'est OK ✓

$$\text{Définition du contraste : } C = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}} \quad C \in [0, 1] \text{ Contraste maximal pour } I_1 = I_2$$

$$\dagger \cos(a) \cos(b) = \cos(a+b) \cos(a-b)$$

† Il faut mettre en évidence le fait qu'il faille sommer amplitude et pas intensité

† Le terme de cohérence temporelle ou spatiale est hors programme. (Modèle du train d'onde (durée 10^{-11} - 10^{-9} , 10^{-4} pour LASER) , effet Doppler, largeur naturelle des raies, collisions)

○ Il faut trouver un dispositif tel que $\varphi_{s2} - \varphi_{s1}$ soit constant \implies division du front d'onde (Michelson : division d'amplitude)

II Dispositif des trous d'Young

1 Présentation

Schéma, mise en évidence du fait que : $i \propto \frac{1}{a}$ $i \propto \lambda$

Construction du champ d'interférence.

2 Calcul de δ

Hypothèses : $a \ll D$ $x, y \ll D$

$$I = I_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda}\right) \right) \implies I = I_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi ax}{\lambda D}\right) \right)$$

$$S_{1M} - S_{2M} = \frac{(\vec{S}_1\vec{M} - \vec{S}_2\vec{M}) \cdot (\vec{S}_1\vec{M} + \vec{S}_2\vec{M})}{\|\vec{S}_1\vec{M} + \vec{S}_2\vec{M}\|} = \frac{\vec{S}_1\vec{S}_2 \cdot (\vec{S}_1\vec{M} + \vec{S}_2\vec{M})}{2D} = \frac{-ax}{D}$$

3 Figure d'interférence

Tracé de $I=f(x)$

$$\text{Condition d'interférence constructive : } \frac{2\pi ax}{\lambda D} = 2\pi k \quad k \in \mathbb{R}$$

k ordre d'interférence.

○ Il existe également d'autres dispositifs pour faire des interférences

III Autres dispositifs

1 Fentes d'Young

2 Miroirs de Fresnel

† au déphasage de π On peut parler de l'irisation sur les surfaces d'une goutte d'huile. (indice d'une huile : environ 1.5)

Conclusion : Ouverture sur les ondes sonores qui interfèrent, application en astronomie (étoiles doubles, mesure de l'indice de l'air, spectroscopie)