

Epreuve d'Optique Ondulatoire : durée 1h30mn

Session II

I Généralités

1°) Expliquer pourquoi dans le domaine des ondes lumineuses on ne peut faire interférer deux ondes de même fréquence mais issus de trains d'onde différents.

2°) On désire réaliser des phénomènes d'interférences à l'aide d'un dispositif de fentes d'Young. Citez trois causes qui peuvent être à l'origine du brouillage des interférences. Expliquez

3°) A quelles caractéristiques de la source peut on relier les notions de :

a) cohérence temporelle ?

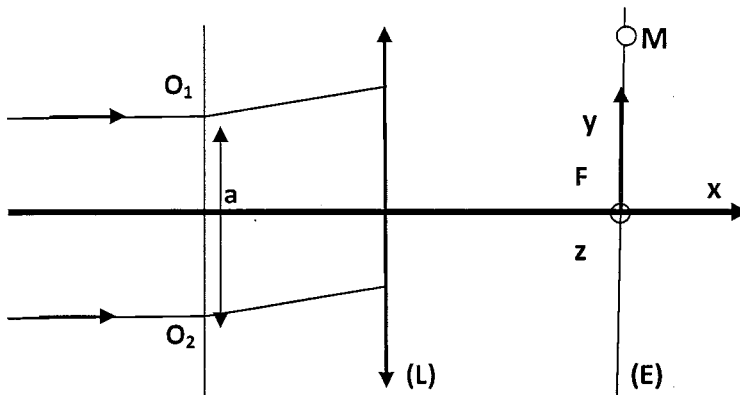
b) cohérence spatiale ?

II Mesure de la distance angulaire entre deux étoiles

Pour mesurer la distance angulaire entre deux étoiles proches S1 et S2, au XIX^e siècle, Fizeau a proposé de placer un écran percé de deux fentes infiniment fines, d'écartement variable a , devant l'objectif d'une lunette astronomique. On observe un système de franges dans le plan focal image, (E) de l'objectif.

I- On considère d'abord un faisceau de lumière parallèle monochromatique de longueur $\lambda = 550 \text{ nm}$ qui éclaire normalement un écran opaque percé de deux fentes dont les centres O_1 et O_2 sont distants de a .

Après l'écran on dispose une lentille convergente (L) de focale $f = 800 \text{ mm}$ et de foyer image F. Les deux fentes sont infiniment fines, identiques, de grande dimension b selon z . Un récepteur ponctuel explore le champ d'interférences sur l'axe Fy en M de coordonnée $y \ll f$ dans le repère (F, x, y, z).



1°) Tracer sur le schéma, les deux faisceaux qui interfèrent au point M.

2°) Montrer que la différence de marche au point M entre deux ondes provenant de O_1 et O_2 , peut se mettre sous la forme : $\delta = a \frac{y}{f}$

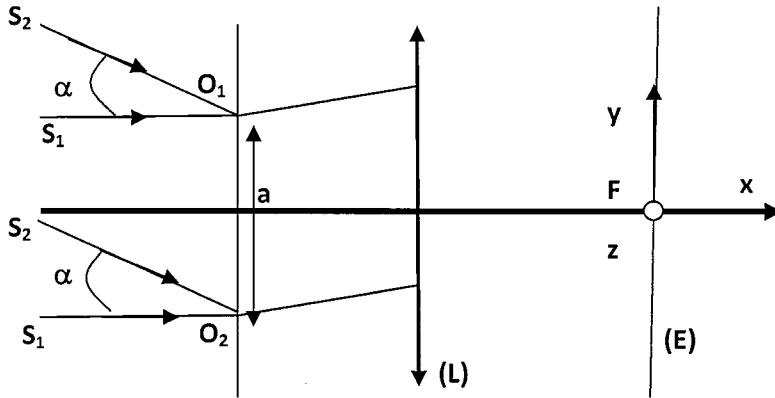
3°) Exprimer l'éclairement $\mathcal{E}(y)$ enregistré par le récepteur placé en M en fonction des variables a , y , λ et f .

4°) Tracer l'allure de $\mathcal{E}(y)$ en fonction de y

5°) Etablir l'expression de l'interfrange i et donner sa valeur pour $a = 1 \text{ mm}$.

II- On observe maintenant deux étoiles S_1 et S_2 d'éclairements identiques.

S_1 est située sur l'axe de la lunette, et l'écart angulaire entre les deux sources est noté α et supposé faible.



6°) Exprimer la valeur de l'éclairement donné par la source S_2 seule.

On posera : $\delta' = -a\alpha$

7°) Expliquer pourquoi l'éclairement résultant des deux sources est la somme des éclairements de S_1 et de S_2

8°) Montrer que l'éclairement résultant s'écrit sous la forme :

$$\epsilon_T = K \left\{ 1 + \cos\left(\pi \frac{\delta'}{\lambda}\right) \cos\left(2\pi \frac{\delta}{\lambda} + \pi \frac{\delta'}{\lambda}\right) \right\}$$

Où $\delta' = -a\alpha$ et $\delta = a \frac{y}{f}$ et K est une constante

On rappelle que : $\cos(a) + \cos(b) = 2\cos\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$

8°) Etablir l'éclairement maximal, \mathcal{E}_{\max} et minimal, \mathcal{E}_{\min} , dans le plan focal de l'objectif

9°) On caractérise la fonction contraste par : $\mathcal{C} = \frac{\epsilon_{\max} - \epsilon_{\min}}{\epsilon_{\max} + \epsilon_{\min}}$

Etablir l'expression de \mathcal{C} en fonction de δ' et de λ

10°) On fait varier l'écart a entre les fentes, jusqu'à obtenir le brouillage des interférences pour une valeur a_1 de a . Exprimer alors l'écart angulaire α .