

Epreuve d'Optique Ondulatoire : durée 1h30

Questions préliminaires

1°) Définissez en fonction de l'éclairement la notion de deux sources cohérentes (aucun calcul n'est demandé)

2°) Donner un ordre de grandeur des paramètres suivants :

Fréquence d'une onde électromagnétique dans le domaine du visible

Durée d'un train d'onde en lumière blanche

Temps de réponse de l'œil et d'un photodétecteur classique

3°) Soient deux S_1 et S_2 , émettant des trains d'onde quasi monochromatiques dont les champs électriques ont les expressions suivantes :

$$E_1 = E_0 \cos(\omega_1 t - k_1 \cdot S_1 M + \Phi_1)$$

$$E_2 = E_0 \cos(\omega_2 t - k_2 \cdot S_2 M + \Phi_2)$$

Quelles conditions doivent satisfaire ces deux sources afin que les ondes qu'elles émettent soient cohérentes ?

Mesure de distance stellaire.

On éclaire deux fentes d'Young F_1 et F_2 en lumière parallèle. Pour cela, la source ponctuelle S monochromatique, de longueur d'onde λ , est placée dans le plan focal objet d'une lentille L de distance focale f ; on observe les franges sur un écran (E) placé dans le plan focal image d'une lentille L' de distance focale f' et de même axe optique Ox que L . Un écran opaque placé entre L et L' , perpendiculairement à l'axe optique Ox , est percé de deux fentes très fines F_1 et F_2 identiques, distantes de a et symétriques par rapport à Ox . On supposera que l'indice de l'air est égal à 1.

1°) a- Calculer la différence de marche entre l'onde issue de F_1 et celle issue de F_2 et qui interfère au point M distant de z de l'axe Ox (voir schéma). On supposera $z \ll f'$.

b- Déterminer l'ordre d'interférence en ce point en fonction de λ , a , f' et z .

c- Calculer l'interfrange i , sachant que $f' = 1\text{m}$, $a = 3\text{ mm}$ et $\lambda = 0.55\mu\text{m}$

2°) On place dans le plan focal de L une seconde source S' identique à S , de même intensité et de même longueur d'onde à la distance $SS' = Z$ de S ($Z \ll f$).

- a- Exprimer l'éclairement $E(z)$ au point M.
b- En déduire que le contraste des franges observées, C est égal à

$$C = \cos\left(\frac{\pi a Z}{\lambda f}\right)$$

- c- A quelle distance minimale Z_{\min} , doit on placé S' pour que la figure d'interférences disparaisse complètement.

3°) **Application** : Pour mesurer la distance angulaire α de deux étoiles, Fizeau a proposé de placer un écran percé de deux fentes d'écartement a variable devant l'objectif d'un télescope à lentilles. On augmente progressivement a jusqu'à la valeur a_1 pour laquelle les franges sont complètement brouillées pour la première fois.

En déduire la distance angulaire α des deux étoiles en fonction de λ et a_1 .

Faire l'application numérique sachant que : $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$; $a_1 = 9,8 \text{ cm}$

