

- 1) Interférences à deux ondes. Montage des trous d'Young. Cas d'une lumière monochromatique (sinusoïdale) : formule de Fresnel et quelconque (caractérisée par sa densité spectrale $J(S, \omega)$).
- 2) Interférences à N ondes.
- 3) Interféromètre de Michelson.

INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

I. Description de l'appareil

Miroirs M_1 et M_2 , lame séparatrice L_S (cas idéal où L_S est infiniment fine). Trajet d'un rayon lumineux dans l'interféromètre. Cas d'une source ponctuelle S : représentation avec deux sources S_1 et S_2 . Représentation avec un miroir fictif M'_1 (sym. de M_1 par rapport à la lame séparatrice). Expression des différences de marche.

II. Réglage en lame d'air

- Utilisation d'une source ponctuelle S à distance finie : position des deux sources S_1 et S_2 .
- Forme des franges d'interférences (anneaux) à distance finie.
- Calcul de la différence de marche $\delta(M)$ pour un point M situé à l'infini ou dans le plan focal image d'une lentille convergente.
- Calcul du rayon des anneaux brillants (ou sombres).
- Cas d'une source étendue : localisation des franges bien contrastées à l'infini ou dans le plan focal image d'une lentille convergente.

III. Montage en coin d'air

- Dans le cas d'une source ponctuelle située à l'infini (ou dans le plan focal objet d'une lentille convergente) : le calcul de la différence de marche a été fait :

$$\delta(M) = (\vec{u}_1 - \vec{u}_2) \cdot \overrightarrow{AM}$$

avec $\vec{u}_1$ vecteur unitaire du rayon réfléchi par M'_1 , $\vec{u}_2$ vecteur unitaire du rayon réfléchi par M_2 et A point sur l'arête du dièdre.

- Cas d'une source étendue située à l'infini où dans le plan focal objet d'une lentille convergente. Surface de localisation des franges sur M'_1 ou M_2 . Différence de marche :

$$\delta(M) = 2 \tan(\alpha) x = 2e(x)$$

où $e(x)$ est l'épaisseur locale du coin d'air. Une façon rapide d'obtenir le résultat a été présentée.

QUESTIONS DE COURS

1. Établir la relation de Fresnel des interférences à deux ondes lorsque les deux ondes sont strictement sinusoïdales (monochromatiques) de même pulsation ω_0 . On pourra soit faire le calcul directement par valeurs moyennes sur l'intervalle de temps T_d du détecteur, soit utiliser la méthode complexe.
2. Établir les expressions de la différence de marche $\delta(M)$ dans le cas de divers montages avec les trous d'Young, avec ou sans lentilles.
3. Cas d'une lumière quasi-monochromatique (1 seule raie très fine). Définir le temps de cohérence τ_c , la longueur de cohérence ℓ_c et montrer que :

$$\frac{\Delta\omega_{1/2}}{\omega_0} = \frac{\Delta\nu_{1/2}}{\nu_0} = \frac{\Delta\lambda_{1/2}}{\lambda_0}$$

4. Interférence à deux ondes en lumière quelconque. Justifier la formule :

$$I(\delta) = 2\kappa^2 \int_{-\infty}^{+\infty} J_S(\omega) \left[1 \pm \cos\left(\frac{\omega\delta}{c}\right) \right] d\omega$$

Calculer l'intensité produite par une lumière dont le spectre est formé d'une seule raie à profil rectangulaire de pulsation centrale ω_0 et de largeur à mi-hauteur $\Delta\omega_{1/2}$.

5. Interféromètre de Michelson en lame d'air : modèle équivalent avec les deux sources secondaires S_1 et S_2 (définir ces points et les placer sur un schéma) et modèle équivalent avec le miroir fictif (M'_1).
6. Montage en lame d'air avec une source ponctuelle S à distance finie : définir ce montage. Calcul de la différence de marche pour des interférences observées à l'infini ou dans le plan focal image d'une lentille convergente : montrer que $\delta(M) = 2n_a e \cos(i)$ à l'aide des deux sources ou du modèle à deux miroirs en lame d'air.
7. Calcul du rayon des anneaux brillants dans le plan focal image en fonction du numéro n de l'anneau.
8. Définition du montage en coin d'air. Cas d'une source ponctuelle S dans le plan focal objet d'une lentille. Montrer que la différence de marche en M peut s'écrire :

$$\delta(M) = (\vec{u}_1 - \vec{u}_2) \cdot \overrightarrow{AM}$$

9. Définition du montage en coin d'air. Cas d'une source étendue située dans le plan focal image d'une lentille (ou à l'infini). Calcul simple de la différence de marche en un point situé sur la surface de localisation (surface à préciser sans démonstration) : $\delta(M) = 2e(x)$. Expression de l'interfrange i .
10. Interférences avec N trous d'Young avec source ponctuelle S dans le plan focal objet d'une lentille émettant une onde sinusoïdale de pulsation ω_0 . Calcul du signal lumineux $\underline{a}(M, t)$ en un point du plan focal image d'une lentille par méthode complexe. Calcul de l'intensité :

$$I(M) = t_0^2 I_S N^2 R_N(\varphi) \text{ avec } R_N : \varphi \mapsto \frac{\sin^2(N\varphi/2)}{\sin^2(\varphi/2)}$$

où φ est le déphasage entre deux rayons passant par deux trous successifs T_m et T_{m+1} . Condition sur φ pour avoir des interférences constructives (maxima principaux).