

Programme des colles de physique

Semaine 4 : du 20 au 24 septembre.

OP1 - Rappels d'optique géométrique

- aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière ;
- lois fondamentales de l'optique géométrique ;
- conditions de Gauss, stigmatisme et aplanétisme approchés des lentilles minces dans les conditions de Gauss ;
- construction des rayons pour une lentille mince ;
- savoir utiliser les relations de Descartes et de Newton pour les lentilles minces ;
- construction des rayons pour un miroir plan.

OP2 - Modèle scalaire de la lumière

- **définir le chemin optique, les surfaces d'onde et énoncer le théorème de Malus ;**
- vibration lumineuse, éclairement, phase de la vibration lumineuse : relation

$$\varphi(M) - \varphi(S) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \mathcal{L}(SM)$$

le long d'un rayon lumineux ;

- détecteurs de lumière, temps de réponse des détecteurs courants (œil, photodiode) ;
- notions sur la transformée de Fourier et les spectres ;
- sources réelles de lumière, modèle des trains d'ondes, lien entre le temps de cohérence et la largeur spectrale $\tau\Delta f \approx 1$, longueur de cohérence temporelle.

OP3 - Interférences lumineuses

- superposition de deux vibrations lumineuses, éclairement et terme d'interférence ;
- **citer les trois critères d'interférence**, savoir les justifier brièvement ;
- sources cohérentes et incohérentes ;
- **additivité des éclairagements dans le cas de sources incohérentes ;**
- **formule de Fresnel dans le cas de deux sources cohérentes ;**
- contraste, ordre d'interférence, interférences constructives et interférences destructives ;
- **description de l'expérience des trous d'Young, calcul de la différence de marche et de l'éclairement à l'écran, obtention de l'interfrange ;**
- **trous d'Young dans le montage de Fraunhofer, calcul de la différence de marche et de l'éclairement, obtention de l'interfrange ;**
- ajout d'une lame de verre dans le montage de Fraunhofer, décalage des franges.

OP4 - Notion de cohérence spatiale

- déplacement (parallèlement à l'axe joignant les deux trous) de la source primaire, décalage des franges ;
- diminution du contraste par élargissement spatial de la source = perte de cohérence spatiale, **connaître le critère semi-quantitatif de brouillage** $|\Delta p| \geq 1/2$ et l'appliquer dans le montage de Fraunhofer pour arriver à la taille maximale $b_{\max} = (\lambda_0 f'_1)/(na)$ de la source au delà de laquelle les interférences disparaissent.

OP5 - Notion de cohérence temporelle

- diminution du contraste par élargissement spectral de la source = perte de cohérence temporelle, **connaître le critère semi-quantitatif de brouillage** $|\Delta p| \geq 1/2$ et l'appliquer dans le montage de Fraunhofer pour arriver à la position $|x_{\text{lim}}| = (f'_1 \lambda_m^2)/(na \Delta \lambda)$ de l'écran au delà de laquelle les interférences disparaissent.

Tous les points en gras peuvent constituer une question de cours, à savoir restituer en autonomie au tableau. Les autres points ont été abordés en cours et peuvent être utilisés dans les exercices.

Applications directes du cours

À préparer pour la colle. Le travail ne sera pas vérifié, mais vous êtes fortement encouragés à le faire avec sérieux, pour améliorer votre apprentissage du cours. Vous pouvez bien sûr me poser des questions si vous bloquez.

OP2 - Modèle scalaire de la lumière

- 1) À quel chemin optique correspond un déphasage de π ?
- 2) Quel est en ordre de grandeur la longueur de cohérence temporelle d'une lumière de pulsation $\omega \approx 3 \times 10^{15} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et de largeur spectrale $\Delta\omega \approx 10^{11} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$? Comparer à la longueur d'onde et conclure sur le nombre d'oscillations qu'effectue la vibration lumineuse dans un train d'onde.

OP3 - Interférences lumineuses

- 1) Quel est le rôle de la diffraction dans l'expérience des trous d'Young ?
- 2) Deux sources cohérentes donnent respectivement à l'écran un éclairement \mathcal{E}_1 et $\mathcal{E}_2 = 4\mathcal{E}_1$. Quelle est le contraste de la figure d'interférence ?
- 3) Que vaut l'interfrange du motif d'interférence créé par deux trous d'Young distants de 0,3 mm, placés à 1,5 m d'un écran et éclairés par une source monochromatique rouge de longueur d'onde 633 nm ?
- 4) On numérote les franges par leur ordre d'interférence p . Quel est l'ordre d'interférence de la frange située au centre de la figure d'interférence créée par deux trous d'Young ? Est-ce une frange claire, sombre, ou quelconque ? À quelle distance du centre de la figure se trouve la frange $p = 6$ pour deux trous d'Young distants de 0,7 mm, placés à 1 m d'un écran et éclairés par une source monochromatique verte de longueur d'onde 543 nm ?

OP4 - Notion de cohérence spatiale

- 1) Comment modélise-t-on une source large ? *(comme une somme de sources ponctuelles incohérentes)*
- 2) Pour le dispositif de deux trous d'Young dans le montage de Fraunhofer, dessinez ce qu'on observe à l'écran si la source primaire est ponctuelle, puis si elle a une taille non nulle et inférieure à b_{\max} , puis si elle a une taille supérieure à b_{\max} .

OP5 - Notion de cohérence temporelle

- 1) Comment modélise-t-on une source non-monochromatique ? *(comme une somme de sources monochromatiques de différentes longueurs d'onde - donc évidemment incohérentes)*
- 2) Pour le dispositif de deux trous d'Young dans le montage de Fraunhofer, dessinez ce qu'on observe à l'écran si la source primaire est monochromatique, puis si elle a une largeur spectrale non nulle.