

Programme de colle

Semaine 19 (du 09/02 au 13/02)

Les colles se déroulent en trois parties : une (au moins, il peut y en avoir plusieurs) question de cours tirée de la liste ci-dessous, puis un exercice imposé parmi ceux listés et enfin, si le temps le permet, un exercice au choix du colleur.

Partie 1 – Questions de cours

Interférométrie par division du front d'onde : fentes d'Young

- Définir et identifier le champ d'interférences, ainsi que la localisation des interférences
- Établir la différence de marche, le déphasage et l'ordre d'interférence
- Décrire la figure d'interférence : forme, paramètres (interfrange à exprimer)
- Perte de contraste par élargissement spatial de la source : établir le critère portant sur l'ordre d'interférence permettant de conserver une bonne cohérence spatiale
- Perte de contraste par élargissement spectral de la source : établir le critère portant sur l'ordre d'interférence permettant de conserver une bonne cohérence temporelle
- Interférences à N ondes :
 - Établir la formule fondamentale des réseaux
 - Exprimer l'intensité résultante
 - Déterminer la largeur des pics en fonction du nombre N d'ondes mises en jeu

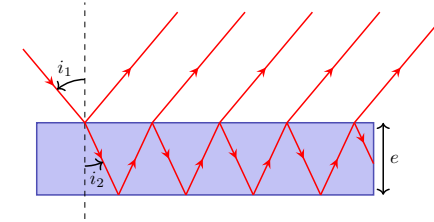
Interférométrie par division d'amplitude : Michelson

- Présenter le Michelson : rôle de la séparatrice-compensatrice, schémas, différentes configurations
- Présenter la configuration en lame d'air :
 - Conditions d'éclairage et d'observations
 - Calcul de la différence de marche
 - Intensité résultante, ordre d'interférence
 - Forme de la figure, rayon des anneaux
- Présenter la configuration en coin d'air :
 - Conditions d'éclairage et d'observations
 - Intensité résultante (différence de marche admise), ordre d'interférence
 - Forme de la figure, interfrange

Partie 2 – Exercices imposés

Exercice 1 Couleurs des ailes des papillons

Certains papillons exotiques ont des couleurs iridescentes, c'est-à-dire qu'elles changent avec l'angle sous lequel on les observe. Cela est dû à un phénomène d'interférences se produisant sur une couche mince à la surface de leurs ailes. On modélise la surface de l'aile du papillon par une lame transparente d'épaisseur $e = 190 \text{ nm}$ et d'indice de réfraction $n = 1,5$ (supposé indépendant de la longueur d'onde λ). Un rayon lumineux arrive avec un angle d'incidence i_1 sur l'aile du papillon. On observe un ensemble de rayons réfléchis par l'aile, parallèles entre eux, à cause des réflexions multiples dans la lame (voir ci-dessous). On note δ la différence de marche à l'infini entre deux rayons réfléchis successifs (par exemple les rayons 1 et 2).



1. Déterminer δ .
2. Rappeler la condition générale d'interférences constructives portant sur δ .
3. En incidence normale, quelle est la (ou les) longueur d'onde du domaine visible d'intensité non nulle après réflexions sur l'aile du papillon ?
4. Qu'en est-il sous l'incidence $i_1 = 60^\circ$? Commenter.

Exercice 2 Anneaux d'égalé inclinaison

On considère un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air, à une distance $e = 100 \mu\text{m}$ du contact optique. La source lumineuse est monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 550 \text{ nm}$ et éclaire l'interféromètre avec un angle d'ouverture $\theta_{max} = 10^\circ$.

1. Faire un schéma du montage.
2. Où sont localisées les interférences ? Comment les observer ?
3. Exprimer le nombre N d'anneaux visibles dans ces conditions, en fonction de e , λ et θ_{max} .
4. Calculer la valeur numérique de N ainsi que la valeur des ordres d'interférences correspondant à chaque anneau visible.
5. Déterminer le rayon du plus grand anneau visible.

Exercice 3 Michelson en coin d'air

Considérons un interféromètre de Michelson réglé de telle sorte que l'on observe des franges rectilignes avec une source étendue monochromatique ($\lambda = 600 \text{ nm}$). On souhaite observer ces anneaux sur un écran placé à $1,80 \text{ m}$ des miroirs en utilisant une lentille convergente placée à la sortie de l'interféromètre.

On rappelle qu'en configuration coin d'air, la différence de marche sur la surface de localisation est donnée par $\delta = 2\alpha x$ avec α l'angle entre les miroirs et x l'abscisse mesurée le long des miroirs à partir de l'arête du coin d'air.

1. Quelle est la valeur maximale de la focale utilisable ?
2. On désire que l'interfrange sur l'écran soit dix fois plus grand que celui obtenu sur le miroir. Déterminer la distance focale à utiliser.
3. On mesure sur l'écran un interfrange de 1 cm . En déduire la valeur de α .

Exercice 4 **Doublet jaune du mercure**

Le spectre d'émission du mercure contient de nombreuses raies, dont un doublet jaune de longueurs d'onde $\lambda_1 = 577,0 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 579,1 \text{ nm}$. On note $\lambda_m = (\lambda_1 + \lambda_2)/2$ la longueur d'onde moyenne et $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ l'écart spectral du doublet. Une lampe à vapeur de mercure suivie d'un filtre jaune approprié pour isoler le doublet jaune éclaire un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air d'épaisseur e .

1. Exprimer l'intensité lumineuse au centre des anneaux sous la forme :

$$I = I_{\text{moy}} \left[1 + C(e) \cos \left(\frac{4\pi e}{\lambda_m} \right) \right]$$

que représente $C(e)$?

2. Déterminer les épaisseurs e de la lame d'air donnant des interférences constructives au centre de l'écran.
3. Déterminer les épaisseurs e de la lame d'air donnant lieu à des antioïncidences ($C(e) = 0$) sur l'écran.
4. En déduire le nombre de fois où des interférences constructives sont observées au centre de l'écran entre deux antioïncidences.

Partie 3 – Exercices supplémentaires**Interférométrie par division du front d'onde**

- Interféromètres par division du front d'onde et applications
- Étude de réseaux optiques et applications

Interférométrie par division d'amplitude : Michelson

- Applications à la spectrométrie
- Applications à l'analyse d'objets (planéité d'un miroir, indice de lame, ...)