

## Chapitres concernés :

		Cours	TD	TP
MP	EM6. Ondes électromagnétiques dans un plasma	✓		
	O1. Optique ondulatoire – Superposition d’ondes lumineuses	✓	✓	
	O2. Interférences par division du front d’onde – Trous d’Young	✓	✓	
	O3. Interférences par division d’amplitude – Interféromètre de Michelson	✓	✓	
	O4. Interférences à N ondes - Réseaux	✓		
MPSI	Optique géométrique	✓	✓	✓

## Questions de cours :

## MP

- ChO1 : Indiquer à quoi correspond la vibration lumineuse scalaire  $s(M, t)$ . Donner l'ODG du temps de réponse de photorécepteurs et le comparer à la période de  $s(M, t)$ . Définir « **intensité lumineuse / éclairement** » à partir de  $s(M, t)$  puis de sa représentation complexe  $\underline{s}$  ; préciser son unité.
- ChO1 : Décrire le modèle des trains d’onde. Définir « **temps de cohérence** »  $\tau_c$  et « **longueur de cohérence temporelle** »  $L_c$  ; exprimer  $L_c$  en fonction de  $\tau_c$ . Relier  $\tau_c$  à la largeur spectrale en fréquence  $\Delta\nu$  ; puis à la largeur spectrale en longueur d’onde  $\Delta\lambda$  et donner l’ODG de  $\tau_c$  de quelques sources.
- ChO1 : Définir « **interférences** d’ondes lumineuses » puis citer les conditions d’interférences de deux ondes lumineuses quasi-monochromatiques. Dans ce cadre, établir la formule de Fresnel.
- ChO1 : Définir « **différence de marche**  $\delta$  » et « **ordre d’interférences**  $p$  » et les relier au déphasage  $\Delta\phi$ . Donner la formule de Fresnel ; en déduire les conditions sur  $\Delta\phi(M)$ ,  $\delta(M)$  et  $p(M)$  pour que  $M$  soit un lieu d’interférence constructive / destructive. Définir « **interfrange** » et « (facteur de) **contraste**  $C$  » ; à quelle condition  $C$  est-il maximal ?
- ChO2 : Décrire le dispositif des trous d’Young avec une source monochromatique, ponctuelle, à distance finie et un écran d’observation à grande distance finie. Justifier que les interférences ne sont pas localisées. Etablir l’expression de la différence de marche puis celle de l’ordre d’interférences. En déduire l’expression de l’intensité et celle de l’interfrange. Décrire l’allure de la figure d’interférences.
- ChO2 : Décrire le dispositif des trous d’Young avec une source monochromatique, ponctuelle, à distance finie et un écran dans le plan focal image d’une lentille convergente. Etablir l’expression de la différence de marche puis décrire l’allure de la figure d’interférences.
- ChO2 : **Cohérence spatiale** : Pour le dispositif des trous d’Young, exprimer la différence de marche en fonction de la position du point source, en déduire la variation de l’ordre d’interférences avec la position du point source. En déduire l’effet du déplacement de la source ponctuelle sur la figure d’interférences. Définir « **brouillage total** » de la figure d’interférences et donner le critère semi-quantitatif de brouillage des franges → conséquence pratique de l’élargissement angulaire de la source.
- ChO2 : **Cohérence temporelle** : Pour le dispositif des trous d’Young éclairé par une source de spectre rectangulaire, déterminer la variation de l’ordre d’interférences avec la longueur d’onde de la source. Donner le critère semi-quantitatif de brouillage des franges. Discuter la notion de cohérence temporelle à l’aide du modèle des trains d’onde.
- ChO3 : Décrire l’interféromètre de Michelson et présenter son schéma équivalent.
- ChO3 : Définir « **contact optique** », « **teinte plate** » et les configurations « **lame d’air** » et « **coin d’air** ». Définir « **interférences localisées** » et préciser où les interférences sont localisées en lame / coin d’air.
- ChO3 : Interféromètre de Michelson en configuration lame d’air : établir l’expression de la différence de marche. En déduire la nature des franges d’interférences. Citer les conditions d’éclairage et d’observation en lame d’air. Indiquer comment évolue la figure d’interférences lorsque l’on se rapproche du contact optique en chariotant le miroir mobile.
- ChO3 : Interféromètre de Michelson en configuration coin d’air : citer les conditions d’éclairage et d’observation et préciser la nature des franges d’interférences. Décrire la figure d’interférences en lumière blanche avec les termes « **teintes de Newton** », « **blanc d’ordre supérieur** » et « **spectre cannelé** ».
- ChO4 : Définir « **réseau optique** » et ses caractéristiques : « **pas** » et « **nombre de motifs par unité de longueur** ».

(\*) au choix du colleur

- 14) ChO4 : Après avoir établi la différence de marche entre 2 ondes issues de motifs consécutifs, établir la relation fondamentale des réseaux.
- 15) ChO4 : Après avoir établi les expressions de la vibration lumineuse complexe résultant de la superposition de N ondes et de l'éclairement résultant, montrer que la demi-largeur des pics principaux de la courbe d'intensité en fonction du déphasage vaut  $2\pi/N$ .
- 16) ChEM6 : Soit  $\vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 e^{i(\omega t - k \cdot x)}$  le champ électrique associé à une *pseudo*-OPPM transverse dans un plasma dilué : en notation complexe, exploiter l'équation du mouvement d'un électron du plasma pour établir l'expression de la conductivité complexe  $\underline{\gamma} = -i \frac{n^* e^2}{m_e \omega}$  avec  $n^*$  la densité volumique d'électrons.
- 17) ChEM6 : Soit  $\vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 e^{i(\omega t - k \cdot x)}$  le champ électrique associé à une *pseudo*-OPPM transverse dans un plasma. Sachant que la conductivité complexe du plasma s'écrit  $\underline{\gamma} = -i \frac{n^* e^2}{m_e \omega}$ , établir l'équation aux dérivées partielles vérifiée par le champ électrique et en déduire la relation de dispersion. Commenter.
- 18) Soit  $\vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 e^{i(\omega t - k \cdot x)}$  le champ électrique associé à une *pseudo*-OPPM transverse dans un plasma où la relation de dispersion s'écrit :  $k^2 = \frac{1}{c^2} (\omega^2 - \omega_p^2)$  avec  $\omega_p = \sqrt{\frac{n^* e^2}{m_e \epsilon_0}}$ . Expliquer la notion de fréquence de coupure et citer son ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère. Distinguer onde évanescence et onde progressive.
- 19) ChEM6 : Définir vitesses de phase  $v_\phi$  et de groupe  $v_g$ . Sachant que, dans un plasma pour  $\omega > \omega_p$ ,  $k = \frac{1}{c} \sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}$ , déterminer l'expression de  $v_\phi$  et de  $v_g$  et commenter. Définir « milieu **dispersif** ». Pour un signal somme de 2 OPPM de pulsations  $\omega_1$  et  $\omega_2$  proches, décrire sa propagation dans un milieu dispersif. Définir un « **paquet d'ondes** » et décrire sa propagation dans un milieu dispersif.

#### MPSI (liste non exhaustive de QC)

- 20) Présenter les sources lumineuses et les caractériser par leur spectre.
- 21) Dans un milieu transparent d'indice  $n$ , donner les relations entre fréquence, longueur d'onde dans le vide et dans le milieu, vitesse dans le vide et dans le milieu.
- 22) Réflexion et réfraction : faire un schéma ; définir « **dioptre** », « **normale** » et « **plan d'incidence** » ; énoncer les lois de Descartes. Etablir la condition de réflexion totale.
- 23) Définir « **grandissement transversal** » et relier sa valeur aux caractéristiques de l'image.
- 24) Définir « **stigmatisme rigoureux /approché** » et « **aplanétisme** ». Énoncer les conditions de Gauss.
- 25) Définir « **foyer - objet / image - principal / secondaire** », « **distance focale objet f / image f'** » et « **vergence v** » d'une lentille mince. Selon le type de lentille, donner le signe de f, f' et v.
- 26) Construire l'image B' d'un point objet B par une lentille (\*).
- 27) Etablir la condition  $D \geq 4f'$  pour former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente de distance focale f' avec D la distance entre l'objet et l'image.
- 28) Décrire le modèle de l'œil. Définir « **limite de résolution angulaire** » et donner un ODG. Définir « **punctum remotum / proximum** » et donner leur ODG pour un œil emmétrope.
- 29) Décrire le modèle de l'appareil photo. Construire géométriquement la profondeur de champ pour un réglage donné.
- 30) Fibre optique à saut d'indice : établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale.

(\*) au choix du colleur