PGM DE COLLE n°18 MPI

Du 23/02 au 27/02

Chapitres concernés :		Cours	TD	TP
MPI	EM6. Ondes électromagnétiques dans un plasma	✓	✓	
	EM7. Ondes électromagnétiques dans un milieu ohmique	✓		
	O3. Interférences par division d'amplitude – Interféromètre de Michelson	✓	✓	
MP2I	Mouvements à force centrale (partie 1 : cf QC)	✓	✓	✓

Questions de cours :

MPI

1) ChEM6 : Soit $\underline{\vec{E}}(x,t) = \underline{\overrightarrow{E_0}} e^{i(\omega t - \underline{k}\cdot x)}$ 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.

2) ChEM6 : Soit $\underline{\vec{E}}(x,t) = \underline{\overrightarrow{E_0}} e^{i(\omega t - \underline{k}\cdot x)}$ 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.

3) ChEM6 : Soit $\underline{\vec{E}}(x,t) = \underline{\overrightarrow{E_0}} e^{i(\omega t - \underline{k}\cdot x)}$ le champ électrique associé à une *pseudo*-OPPM transverse dans un plasma où la relation de dispersion s'écrit : $\underline{k}^2 = \frac{1}{c^2}\left(\omega^2 - \omega_p^2\right)$ avec $\omega_p = \sqrt{\frac{n^*e^2}{m_e\varepsilon_0}}$. Expliquer la notion de fréquence de coupure et citer son ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère. Distinguer onde évanescente et onde progressive.

4) ChEM6 : Définir vitesses de phase v_φ 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_φ et de v_g et commenter. Définir « milieu **dispersif** ». Pour un signal somme de 2 OPPM de pulsations ω_1 et ω_2 proches, décrire sa propagation dans un milieu dispersif. Définir un « **paquet d'ondes** » et décrire sa propagation dans un milieu dispersif.

5) ChEM7 : Simplifier les équations de Maxwell dans un milieu ohmique en régime lentement variable, citer les approximations associées.

6) ChEM7 : Etablir puis commenter l'équation vérifiée par le champ électrique associé à une onde électromagnétique dans un milieu ohmique en régime lentement variable.

7) ChEM7 : A partir de l'équation $\Delta\vec{E} = \mu_0\gamma\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$ et du champ complexe $\underline{\vec{E}}(z,t) = E_0 e^{i(\omega t - \underline{k}z + \varphi_0)}\overrightarrow{e_x}$ existant dans un milieu ohmique : ① établir la relation de dispersion, ② établir l'expression du champ réel en introduisant l'épaisseur de peau et ③ expliquer l'effet de peau.

8) ChEM7 : Définir « conducteur **parfait** ». Que peut-on dire des champs $\vec{E}$, $\vec{B}$ et $\vec{j}$ dans un tel milieu ?

9) ChEM7 : Soit un dioptre séparant ① vide (z < 0) / ② conducteur parfait (z > 0), on écrit les champs électriques complexes incident et réfléchi sous la forme :

$$\underline{\overrightarrow{E_i}} = E_0 e^{i(\omega t - kz)}\overrightarrow{e_x} \quad et \quad \underline{\overrightarrow{E_r}} = \underline{\overrightarrow{E_{0r}}}.e^{i(\omega_r t + k_r z)}$$

Montrer que $\underline{\overrightarrow{E_r}} = -E_0 e^{i(\omega t + kz)}\overrightarrow{e_x}$.

Donnée : relation de passage en un point du dioptre $\overrightarrow{E_2} - \overrightarrow{E_1} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{n}_{1\to 2}$

10) ChEM7 : Soit un dioptre séparant ① vide (z < 0) / ② conducteur parfait (z > 0). En z < 0, les champs électriques et magnétiques incidents et réfléchis s'écrivent :

$\overrightarrow{E_i} = E_0 cos(\omega t - kz)\overrightarrow{e_x}$; $\overrightarrow{E_r} = -E_0 cos(\omega t + kz)\overrightarrow{e_x}$; $\overrightarrow{B_i} = \frac{E_0}{c} cos(\omega t - kz)\overrightarrow{e_y}$; $\overrightarrow{B_r} = \frac{E_0}{c} cos(\omega t + kz)\overrightarrow{e_y}$

Montrer que l'onde résultante est stationnaire en rappelant les caractéristiques d'une telle onde.

11) ChEM7 : On considère une cavité 1D vide de charge et de courant délimitée par 2 conducteurs parfaits en $z = -a$ et $z = 0$. Pour $z \in]-a, 0[$, on cherche $\vec{E}$ sous la forme $\vec{E}(z,t) = F(t)\cdot K(z)\cdot\overrightarrow{e_x}$. Appliquer la méthode de séparation des variables pour exprimer $F(t)$ et $K(z)$. Montrer que les conditions aux limites imposent la quantification du nombre d'onde angulaire. Exprimer le champ $\vec{E}(z,t)$, commenter. En déduire les longueurs d'onde possibles, valider « graphiquement » cette expression.

Donnée : relation de passage en un point du dioptre $\overrightarrow{E_2} - \overrightarrow{E_1} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{n}_{1\to 2}$

12) ChO3 : Décrire l'interféromètre de Michelson et présenter son schéma équivalent.

13) 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.

14) 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.

15) 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** ».

MP2I (liste non exhaustive de QC)

16) Définir « force **centrale** » et donner des exemples. Soit un point M soumis à une force centrale, montrer que le moment cinétique est conservé. Donner les deux conséquences de la conservation du moment cinétique.

17) Enoncer les lois de Kepler et les adapter pour l'étude d'un satellite planétaire.

18) Mouvement circulaire d'un point M soumis à l'interaction gravitationnelle exercée par un point O. Prouver que le mouvement est uniforme et établir l'expression de la vitesse. Prouver la 3^{e} loi de Kepler. Etablir la relation entre l'énergie mécanique et le rayon de la trajectoire.

(*) au choix du colleur