

Programme de colle de Sciences Physiques

Semaine du 05/01 au 09/01

1 Questions de cours

- Effectuer un bilan de puissance électromagnétique à un volume V en détaillant la signification et l'expression de chaque terme.
- Établir les équations de propagation des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ dans le vide.
- Écrire la formule de la représentation complexe d'une onde plane progressive monochromatique polarisée selon... et se propageant selon les valeurs croissantes/décroissantes de... (les... ont à compléter par le colleur!).
- Rappeler sans démonstration les formules permettant de calculer $\text{div} \vec{E}$, $\text{rot} \vec{E}$, $\vec{\Delta} \vec{E}$ et $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ pour une OPPM en complexe (convention choisie : $\exp(j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$). En déduire les principales propriétés d'une telle onde dans le vide (caractère transverse électrique et magnétique, relation de structure, relation de dispersion).
- Soit $\vec{E} = E_0 \exp(j(\omega t - kz))\vec{e}_x$ une OPPM. Déterminer l'expression du vecteur de Poynting de cette onde et sa valeur moyenne.
- Retrouver l'expression de la conductivité complexe d'un plasma en précisant les hypothèses le modèle adopté
- On admet l'expression de la conductivité complexe du plasma $\underline{\sigma} = \frac{ne^2}{im_e\omega}$. A partir des équations de Maxwell, montrer que la relation de dispersion d'une OPPM dans le plasma s'écrit $k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$ avec ω_p à définir. Décrire rapidement les deux cas $\omega > \omega_p$ et $\omega < \omega_p$.
- A partir de la relation de dispersion dans le plasma $k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$, définir pour quelles pulsations on peut avoir propagation d'un signal dans le plasma. Dans ce cas, exprimer la vitesse de phase et la vitesse de groupe, et commenter.
- Établir l'équation aux dérivées partielles vérifiée par le champ électrique dans un conducteur ohmique de conductivité γ . Détailler l'origine des deux approximations effectuées.

- L'équation aux dérivées partielles sur le champ électrique dans un conducteur ohmique $\mu_0 \gamma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \Delta \vec{E}$ étant fournie, rechercher les solutions en pseudo-ondes planes progressives monochromatiques se propageant dans un milieu ohmique. En déduire que $\underline{k}$ est complexe, l'expression de la profondeur de peau et la solution $\vec{E}(z, t)$. Interpréter celle-ci.

Pour les MP uniquement

- Présenter le montage à 3 électrodes permettant de tracer une courbe $i - E$, courbe courant-potentiel d'une électrode étudiée. Détailler le rôle de chaque électrode.
- Présenter la notion de couple rapide, de couple lent, de surpotentiel et de pallier de diffusion à l'aide d'allure de courbes courant-potentiel
- Présenter la notion de domaine d'inertie électrochimique de l'eau solvant et de mur du solvant (en négligeant les surpotentiels).

Pour les MPI uniquement

- Rappeler ce qu'est le modèle du corps noir, puis énoncer les lois de Stefan et de Wien pour le rayonnement de corps noir (les valeurs numériques des constantes de Wien et Stefan ne sont pas à connaître et seront fournies par l'examineur). En déduire la longueur d'onde au maximum d'émission, le domaine spectral, et la puissance totale rayonnée par une sphère, modélisée comme un corps noir, chauffée à 1000 K.

2 Exercices

Électromagnétisme Equations de Maxwell, formes locales et intégrales, conséquences. Conducteurs (loi d'Ohm locale, expression de la résistance électrique d'un barreau). Bilans d'énergie électromagnétique en utilisant le vecteur de Poynting.

Électromagnétisme des plasmas et des conducteurs ohmiques.

Pour les MPI uniquement Équilibre radiatif.