

Programme de colle de Sciences Physiques

Semaine du 02/03 au 06/03

1 Questions de cours

- 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.
- On considère une onde plane progressive monochromatique arrivant en incidence normale sur un plan conducteur parfait. Établir la nécessité d'une onde réfléchie et calculer le champ électrique total. Caractériser la solution obtenue.
- On admet que le champ électrique total lors de la réflexion sur un plan conducteur parfait est donné par $\vec{E}_{\text{tot}} = -2E_0 \sin(\omega t) \sin(kz) \vec{e}_x$. Calculer le champ magnétique $\vec{B}_{\text{tot}}$ de cette onde.
- Retrouver l'expression des fréquences propres stationnaires d'une cavité électromagnétique entre deux plans conducteurs parfaits de largeur L par raisonnement semi-quantitatif, en représentant les premiers modes propres.

- Retrouver les modes propres stationnaires d'une cavité électromagnétique entre deux plans conducteurs parfaits de largeur L en partant de l'équation de d'Alembert par séparation des variables.
- On rappelle les champs électriques et magnétiques rayonnés par un dipôle oscillant dans *la zone de rayonnement*, en *approximation non relativiste* :

$$\vec{E}(r, t) = \frac{\mu_0 \sin \theta}{4\pi r} \ddot{p} \left(t - \frac{r}{c} \right) \vec{e}_\theta \text{ et } \vec{B}(r, t) = \frac{\mu_0 \sin \theta}{4\pi r c} \ddot{p} \left(t - \frac{r}{c} \right) \vec{e}_\varphi.$$

Après avoir défini les deux termes en italique, déterminer l'expression du vecteur de Poynting puis sa valeur moyenne. Commenter sa dépendance angulaire et, dans le cas d'un régime sinusoïdal, sa dépendance en fréquence.

Pour les MP uniquement

- Décrire le fonctionnement d'une pile (par exemple la pile de Daniell) à l'aide d'un tracé qualitatif de courbes courant potentiel.
- Décrire le fonctionnement d'un électrolyseur/accumulateur en charge à l'aide d'un tracé de courbes courant-potentiel.

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'examinateur). 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.
- Définir un oxydant, un réducteur, une oxydation ou une réduction. Calculer le nombre d'oxydation de l'élément principal dans 2 espèces, au choix du colleur.
- Équilibrer la demi-équation électronique de deux couples redox au choix du colleur. Identifier alors l'oxydant et le réducteur.
- Calculer un potentiel d'électrode (via la formule de Nernst) pour 2 couples redox au choix du colleur.

- Sur l'exemple de la pile de Daniell (couples du cuivre et du zinc) exposé en cours : expliquer le principe de fonctionnement, déterminer le sens d'évolution spontané et les demi-équations aux électrodes, définir anode et cathode, le sens de circulation des électrons et le sens positif du courant.

2 Exercices

Électromagnétisme Induction électromagnétique. Rayonnement dipolaire.

Pour les MPI uniquement oxydoreduction.

Pour les MP uniquement Exercices de cinétique électrochimique