

Programme de colle de sciences physiques

Semaine de colle n°20
Du 13/02/2025 au 21/02/2025**Liste des questions de cours**

- Retrouver l'expression de la conductivité complexe d'un plasma en précisant les hypothèses le modèle adopté¹.
- 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.
- On rappelle les champs électriques et magnétiques rayonnés par un dipôle oscillant dans la zone de rayonnement, en approximation non relativiste:

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

Après avoir défini les deux termes soulignés, 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 MPI uniquement :

- 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. (*rappel : pas d'espèces gazeuses en MPI!*)

Pour les MP uniquement :

- On considère un système à deux niveaux d'énergie ($-\varepsilon$ et $+\varepsilon$). Déterminer la probabilité d'occupation de chaque état, ainsi que la population moyenne de chaque état pour N particules indépendantes. Commenter les limites hautes et basse température.
- Calculer l'énergie moyenne d'un système de N particules à 2 niveaux d'énergie ($-\varepsilon$ et $+\varepsilon$). Commenter les limites hautes et basse température.
- Définir la variance de l'énergie $\text{Var}(E)$ et l'écart-type $\sigma(E)$. Montrer que plus le système contient de particules indépendantes, plus les fluctuations relatives de l'énergie sont faibles. Définir et caractériser la limite thermodynamique.

¹Plasma dilué d'électrons ponctuels non relativistes avec ions immobiles

Thèmes des exercices

Ondes électromagnétiques en interaction avec de la matière

Réflexion normale sur un plan conducteur parfait, Cavité unidimensionnelles et modes propres, effet de peau et approximation associées, propagation dans un plasma dilué.

Champ EM rayonné par un dipôle oscillant

Champ électriques et magnétiques rayonnés par un dipôle oscillant. Interprétations énergétiques.

Pour les MPI uniquement :

Réaction acido-basiques

Exercices (dosages possibles)

Pour les MP uniquement :

Courbe courant-potentiel

Exercices variés