

MP Programme de colle n°14

SEMAINE DU 12-01-26 AU 16-01-26

Démonstrations à connaître :

1. On considère un conducteur ohmique, soumis à un champ électrique \vec{E} ; on modélise les collisions des charges du conducteur entre elles et avec le milieu par une force de frottements $-\frac{m}{\tau} \vec{v}$ avec τ la durée entre deux chocs successifs. Sachant que pour un conducteur ohmique $\tau \approx 10^{-14}$ s, déterminer l'expression de la vitesse d'un porteur de charges. En déduire l'énoncé de la loi d'Ohm locale.
2. On considère un conducteur ohmique cylindrique, d'axe (Ox), de section S, de résistivité ρ , parcouru par un courant d'intensité I. Déterminer la résistance R d'une longueur l de ce fil.
3. On considère un cylindre infini conducteur de conductivité σ , de rayon a parcouru par un courant permanent I, dont le vecteur densité volumique de courant \vec{j} est uniforme. Déterminer la puissance rayonnée à travers une portion de hauteur h de ce cylindre. Conclure.
4. En raisonnant sur les champs complexes, démontrer que les champs d'une OPPM sont transverses dans une région vide de charges et de courants.
5. Démontrer la relation de dispersion pour une OPPM se propageant dans une région vide de charges et de courants.
6. En raisonnant sur les champs complexes, démontrer que les champs d'une OPPM sont transverses dans une région vide de charges et de courants.
7. On considère un plasma occupant le demi-espace $z > 0$ et soumis à $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kz)$, déterminer la conductivité complexe dans un plasma avec $\omega \tau \gg 1$, où τ est la durée moyenne entre deux chocs successifs.
8. Déterminer la relation de dispersion dans le cas où le plasma est soumis à $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kz)$.
9. Que peut-on dire du vecteur d'onde, puis de l'onde dans le plasma si $\omega < \omega_p$, avec $\omega_p^2 = \frac{nq^2}{m\varepsilon_0}$? Que peut-on dire du vecteur d'onde, puis de l'onde dans le plasma si $\omega > \omega_p$?
10. Démontrer l'équation vérifiée par le champ électrique d'une onde électromagnétique dans un conducteur ohmique en régime lentement variable. En déduire la relation de dispersion.

Questions de cours sur les chapitres 4.3, 4.4, 4.5 :

Chapitre n°4.4 « Energie du champ électromagnétique »

I- Force électromagnétique volumique et puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charges

II-Etude d'un conducteur ohmique (loi d'ohm locale, aspect énergétique)

III-Densité volumique d'énergie électromagnétique et vecteur de Poynting et équation locale de Poynting

Chapitre n°4.5 « Propagation et rayonnement »

I-Caractéristiques d'une onde électromagnétique

I-1 Ondes électromagnétiques dans le vide (OP, OPP, OPPM, Solutions de l'équation de d'Alembert à une dimension dans le vide)

I-2 Polarisations rectiligne ou circulaire

II-Propagation d'une onde plane progressive transverse dans un plasma

II-1 Description du plasma

II-2 Conductivité électrique

II-3 Vitesse de phase et vitesse de groupe

II-4 Dispersion

II-5 Cas de l'ionosphère

III-Propagation d'une onde em dans un conducteur ohmique en régime lentement variable

Exercices : chap 4.3, 4.4, induction MPSI, conductimétrie de MPSI.