

Programme de colle n°17 (03/03 au 07/03)

Attention, le programme de colle fait deux pages

Cours

Équations de MAXWELL

Postulats de l'électromagnétisme. Définition du champ EM, équations de MAXWELL, structure des équations, linéarité, cas du régime stationnaire et compatibilité des équations.

Formes intégrales des équations de MAXWELL. Conservation du flux de \vec{B} , théorème de GAUSS, loi de FARADAY et lien avec l'induction, théorème d'AMPÈRE généralisé et courants de déplacement.

Énergie électromagnétique. Puissance cédée par le champ EM aux charges. Équation locale de POYNTING, interprétation des termes et bilan global associé. Exemples : condensateur et bobine ainsi que câble en régime stationnaire.

Approximation des régimes quasi stationnaires (ARQS). Équations de propagation du champ EM. cadre général de l'ARQP et approximations supplémentaires. ARQP magnétique (régime dominé par les courants) : formes simplifiées des équations locales.

Révisions d'induction de première année

Tout.

Ondes EM dans le vide

Équations vérifiées par les champs électrique et magnétique. Structure des OPPH : forme des solutions, relation de dispersion, spectre électromagnétique, relations de MAXWELL en notation complexe, structure d'une OPPH (caractère transverse du champ EM, relation de structure et conséquences.

États de polarisation : définition et convention, différents états de polarisation d'une onde, états de base (rectiligne et circulaire), lumière naturelle. Le TP sur la synthèse et analyse d'une lumière polarisée n'a pas encore été fait avec toute la classe.

Étude énergétique des OPPH : densité volumique d'énergie, vecteur de POYNTING et valeurs moyennes. Interprétation corpusculaire.

Ondes EM dans les plasmas et les métaux

Conductivité complexe d'un plasma localement neutre : modèle, conductivité complexe, interprétation énergétique.

Ondes EM dans un milieu localement neutre (supposé posséder une conductivité complexe) : structure des OPPH, relation de dispersion, interprétation physique et indice complexe, lien avec l'optique.

Retour sur le plasma peu dense : relation de dispersion et pulsation plasma, étude des deux cas (propagatif et onde évanescence), aspects énergétiques, exemple de l'ionosphère. Retour sur le conducteur ohmique : conductivité complexe, relation de dispersion, cas des très basses fréquences (effet de peau), cas des très hautes fréquences (domaine optique).

Cours**Interface entre deux milieux**

Réflexion et transmission d'une OPPH à l'interface entre deux milieux (incidence normale) : coefficients de réflexion et de transmission pour le champ électrique.

Application à l'interface vide-plasma : étude des deux cas en fréquence, coefficients de réflexion et transmission en puissance, cas limites. Relation $R_{12} + T_{12} = 1$.

Application à l'interface vide-conducteur ohmique : étude des deux cas en fréquence.

Ordres de grandeur

- **Fil de cuivre usuel** : conductivité électrique $\sigma \approx 10^8 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$, densité d'électrons $n^* \approx 10^{29} \text{ m}^{-3}$, rayon $a = 1 \text{ mm}$ et courant $I = 1 \text{ A}$ donnent un vecteur densité de courant $j = \frac{I}{a^2} \approx 10^6 \text{ A}\cdot\text{m}^{-2}$ et une vitesse moyenne de déplacement des électrons $v = \frac{j}{n^*e} \approx 0.1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Résistance linéique $R_\ell = \frac{R}{L} = \frac{1}{\sigma S} \approx 10^{-3} \Omega\cdot\text{m}^{-1}$.
- **Électromagnétisme** : valeurs de μ_0 , ϵ_0 et c (relation $\epsilon_0\mu_0c^2 = 1$). Spectre électromagnétique (révisions de début d'année). Flux énergétique surfacique moyen et champ électrique associé : Soleil et laser hélium néon ($1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ et $1 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$), téléphone portable ($0.1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ à 1 m et $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$).