

1 Electromagnétisme

1.1 EM6 Ondes électromagnétiques dans le vide

Compétences

Pour une onde électromagnétique dans le vide,

- citer les solutions de l'équation de d'Alembert à une dimension ;
- écrire la structure d'une onde plane progressive dans l'espace vide de charge et de courant ;
- utiliser la notation complexe et établir la relation de dispersion ;
- expliquer le caractère idéal du modèle de l'onde plane monochromatique ;
- exprimer le vecteur de Poynting et l'énergie électromagnétique volumique associés à une onde plane progressive monochromatique ;
- effectuer une étude énergétique dans le cas d'une onde plane progressive monochromatique ;
- reconnaître une onde polarisée rectilignement ou circulairement, utiliser des polariseurs et étudier quantitativement la loi de Malus.

Pour la réflexion sur un conducteur parfait et les cavités,

- établir l'expression de l'onde réfléchie en exploitant les relations de passage fournies ;
- interpréter qualitativement la présence de courants localisés en surface ;
- reconnaître et caractériser une onde stationnaire ;
- utiliser la méthode de séparation des variables ;
- établir la condition de quantification des solutions pour une cavité à une dimension.

- Équation de propagation dans le vide : démonstration, célérité des ondes électromagnétiques dans le vide.
- Onde plane progressive : forme de la solution, décomposition en ondes p.p.h.
- Ondes plane progressive harmonique : solution, vecteur d'onde, vitesse de phase (caractère non dispersif du milieu), notation complexe ; transversalité, relation de structure (et généralisation aux ondes planes progressives vu que v_φ est indépendant de ω .)
- Aspects énergétiques : vecteur de Poynting, densité d'énergie électromagnétique, vitesse de propagation de l'énergie, lien avec l'intensité lumineuse.
- Ondes stationnaires : réflexion sur un conducteur parfait, factorisation des dépendances spatiale et temporelle, structure des champs électromagnétiques, pas de transport d'énergie.
- Cas des cavités : forme des solutions, conditions aux limites, quantification des fréquences, modes propres.
- Polarisation : plan de polarisation, polarisation elliptique, circulaire, rectiligne, loi de Malus.
- Application aux milieux transparents : vitesse de phase, coefficients de réflexion et transmission à une interface sous incidence normale.

1.2 EM6 Ondes électromagnétiques dans les plasmas

Compétences

Pour une onde électromagnétique se propageant dans un plasma,

- exprimer la conductivité complexe du milieu et établir la relation de dispersion ;
 - décrire le phénomène de dispersion
 - relier la notion de fréquence de coupure aux caractéristiques du plasma et citer son ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère ;
 - distinguer qualitativement les ondes évanescentes et les ondes progressives du point de vue du transport de l'énergie ;
 - définir et calculer la vitesse de groupe à partir de la relation de dispersion ;
 - associer la vitesse de groupe à la propagation de l'enveloppe du paquet d'ondes.
-
- Plasma dilué : hypothèses (milieu dilué, particules non relativistes, ions immobiles), relation constitutive, conductivité complexe, interprétation énergétique.
 - Propagation d'une onde transverse dans un plasma dilué : relation de dispersion, cas $\omega > \omega_p$ (structure de l'onde, vitesse de phase, vecteur de Poynting, vitesse de propagation de l'énergie), cas $\omega < \omega_p$ (onde évanescente, pas de transmission possible).
 - Dispersion : vitesse de phase, vitesse de groupe, propagation d'un paquet d'ondes.