

Objectifs de l'UE

Au terme de cette UE, les étudiants seront capables de :

1. Connaître les lois fondamentales de l'électromagnétisme, notamment le couplage entre les champs électrique et magnétique dans le cas des régimes variables, ainsi que les aspects énergétiques.
2. Savoir calculer des forces d'origine magnétique dans des configurations simples. Savoir établir une comparaison entre le dipôle magnétique et le dipôle électrostatique.
3. Comprendre qualitativement et quantitativement comment s'effectue la transformation « champ magnétique » / « courant électrique ».
4. Modéliser les phénomènes ondulatoires (oscillateurs, oscillateurs couplés, chaînes d'oscillateurs harmoniques) mécaniques et électrocinétiques
5. Connaître la définition d'une onde, les différents types d'ondes en fonction du milieu de propagation et leurs propriétés.
6. Connaître et appliquer les différents modèles décrivant la propagation d'onde et leurs solutions
7. Savoir appliquer les conditions aux limites
8. Comprendre l'optique ondulatoire en tant que modélisation plus fine, englobant l'approximation de l'optique géométrique, de la propagation de la lumière
9. Connaître les conditions d'obtention d'interférences lumineuses et les effets
10. Savoir analyser des dispositifs interférentiels simples
11. Connaître les conditions d'obtention de figures de diffraction
12. Savoir analyser des dispositifs diffractifs simples

Description des ECUE

Electromagnétisme :

1. Rappels mathématiques : Opérateurs scalaires et vectoriels, propriétés, Système de coordonnées : cartésien, cylindrique et sphérique,
2. Equations de Maxwell : Régimes permanents et approximations des régimes quasi permanents. Relations de passage
3. Energie électromagnétique et rayonnement
4. Compléments de magnétostatique : Rappels et exemples d'application du théorème d'Ampère. Force de Laplace. Dipôle magnétique. Champ magnétique et potentiel vecteur. Moment magnétique d'une boucle fermée. Action d'un champ magnétique extérieur.
5. Induction électromagnétique : Circuit fixe dans un champ magnétique variable : loi de Faraday. Autoinduction. Induction mutuelle. Circuit mobile dans un champ magnétique permanent. Application au générateur électromagnétique et à la lévitation magnétique.

Physique des ondes :

1. Introduction générale : Approche « intuitive » de la notion de propagation d'onde à partir d'exemples (son, lumière, radio...)
2. Les oscillateurs harmoniques simples, couplés et les chaînes d'oscillateurs : mises en équations et solutions
3. Ondes sonores longitudinales dans un solide : Modèle microscopique : chaîne infinie d'oscillateurs harmoniques. Approximation des milieux continus. Equation d'onde de d'Alembert. Expression de la célérité en fonction du module d'Young.
4. Ondes transversales sur une corde vibrante : Modélisation simplifiée. Etablissement de l'équation d'onde de d'Alembert. Analogie câble coaxial.
5. Familles de solutions de l'équation de d'Alembert : Les ondes progressives. Les ondes progressives harmoniques (ou monochromatiques). Les ondes stationnaires. Lien entre les deux familles de solutions : OPH et OS.
6. Applications des ondes stationnaires à la corde vibrante : Réflexion d'une OPH à une extrémité. Modes propres d'une corde fixée à ses deux extrémités. Résonances sur la corde
- 7- Importance pratique des ondes électromagnétiques
- 8- Propagation des ondes EM dans le vide ou dans un isolant linéaire
- 9- Propagation des ondes EM planes dans les milieux linéaires
- 10- Conditions aux limites, propagation guidée

Optique ondulatoire

1. Aspect ondulatoire de la lumière – interférences Généralités
2. Interférences à deux ondes : plane/plane : sphérique/sphérique, plane /sphérique
3. Dispositifs interférentiels : Cohérence temporelle et cohérence spatiale, Interféromètre de Michelson
4. Diffraction des ondes lumineuses- Principe d'Huygens-Fresnel -Diffraction de Fresnel et diffraction de Fraunhofer, optique de Fourier
5. Diffraction à l'infini d'une onde plane par une ouverture rectangulaire, par une ouverture circulaire, par les fentes d'Young

Pré-requis

Calcul différentiel et intégral
Calcul vectoriel

Bibliographie

Feynman, Leighton, Sands. « Le cours de physique de Feynman », Electromagnétisme 1. InterEditions.
Feynman, Leighton, Sands. « Le cours de physique de Feynman », Electromagnétisme 2. InterEditions.
P. Robert. « Matériaux de l'électrotechnique ». Traité d'électricité, d'électronique et d'électrotechnique. Dunod.
Y. Ferchaux, F. Masset. « Électromagnétisme PCSI-MPSI-PTSI - Exercices et problèmes corrigés ». Ellipses.