Université de Bretagne Occidentale

Faculté des Sciences & Techniques

LICENCE MENTION SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

PARCOURS ELECTRONIQUE, SIGNAL, TÉLÉCOMMUNICATIONS, RÉSEAUX

Semestre 3

Introduction à l'électromagnétisme

Présentation

Mise en évidence des relations champs/sources et du couplage champ électrique/champ magnétique.
L'origine physique du phénomène d'induction et d'auto induction. Le champ électromoteur. Les interactions magnétiques entre circuits. Établissement du caractère propagatif d'un champ électromagnétique dans le vide.

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h
Travaux Dirigés : 23h
Travaux Pratiques : 8h

Pré-requis nécessaires

En mathématiques: L'analyse vectorielle, le calcul différentiel, le calcul intégral.

- Être capable de résoudre une intégrale simple, double et triple de fonctions de plusieurs variables.
- Être capable de maîtriser les opérations élémentaires sur les vecteurs.
- Maitriser le calcul en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.

Compétences visées

Partie Électrostatique :
Savoir définir la notion de charge électrique. Énoncer la loi de Coulomb et l'utiliser dans le cas de charges ponctuelles. Connaître le principe de superposition.
Utiliser la loi de Coulomb pour calculer un champ créé par un ensemble (une distribution) de charges ponctuelles en utilisant les coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.
Savoir trouver par des considérations de symétrie sur la distribution de charges, les symétries du champ électrique.
Connaître le lien entre la force électrique et le champ électrique.
Savoir dessiner et orienter des lignes de champ électrique pour un champ électrique donné.
Connaître l'élément différentiel de longueur, de surface ou de volume en coordonnées cartésiennes, polaires, cylindriques ou sphériques.
Savoir calculer la circulation du champ électrique entre deux points quand le champ est connu en tout point en utilisant les coordonnées adaptées au chemin.
Connaître l'expression du gradient en coordonnées cartésiennes, polaires et cylindriques.
Connaître le lien entre le champ électrique et le potentiel électrostatique. Savoir calculer une circulation du champ électrique quand le potentiel est connu. Savoir retrouver le champ électrique quand le potentiel est connu.
Savoir définir une surface équipotentielle. Savoir retrouver le potentiel quand le champ électrique est connu, par intégration.
Connaître l'expression de l'énergie potentielle électrostatique.
Connaître la définition du moment dipolaire, le champ généré par un dipôle électrostatique à grande distance, le potentiel du dipôle électrostatique, la force subie par le dipôle placé dans un champ électrique.s
Savoir calculer la charge totale d'une distribution de charge linéique, surfacique ou volumique, particulièrement dans le cas d'une distribution homogène.
Connaître l'expression générale du champ électrique et du potentiel dans le cas d'une distribution de charges linéique, surfacique et volumique.
Savoir trouver par des considérations de symétrie sur la distribution de charges, les symétries du champ électrique.
Exemples fondamentaux : Fil fini uniformément chargé
Savoir calculer le flux d'un champ dans le cas d'une intégrale séparable. Savoir calculer le flux d'un champ radial et isotrope à travers une surface sphérique.
Savoir énoncer le théorème de Gauss. Savoir utiliser le théorème de Gauss dans le cas du fil infini uniformément chargé, du plan infini uniformément chargé, de la sphère uniformément chargée, de l'épaisseur uniformément chargée, du cylindre uniformément chargé, de la boule uniformément chargée.
Propriétés fondamentales des conducteurs électriques (potentiel donné et champ nul).
Théorème de Coulomb : champ à la surface d'un métal. Définition de la capacité. Exemple fondamental : sphère conductrice.
Définition de la capacité d'un condensateur comme lien entre tension et charge.
Exemples fondamentaux: capacité d'un condensateur plan, d'un condensateur cylindrique et sphérique en négligeant les effets de bord.

Partie Magnétostatique
Énoncer la loi de Biot et Savart et l'utiliser pour calculer un champ créé par une distribution de courant en utilisant les coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.
Savoir dessiner et orienter des lignes de champ magnétique pour un champ magnétique donné.

Savoir définir la force de Laplace et la calculer pour différents systèmes.
Connaître l'expression générale du champ magnétique dans le cas d'une distribution de courant filiforme.
Savoir trouver par des considérations de symétrie sur la distribution de courants, les symétries du champ magnétique.
Exemples fondamentaux : Fil fini, spire circulaire plane, bobine de Helmholtz
Pouvoir identifier rapidement les chemins d'intérêts pour calculer la circulation.
Savoir calculer la circulation du champ magnétique entre deux points quand le champ est connu en tout point en utilisant les coordonnées adaptées au chemin.
Savoir exprimer le lien entre l'intensité et le vecteur densité de courant.
Savoir calculer l'intensité résultante d'une distribution de courant, surfacique ou volumique, particulièrement dans le cas d'une distribution homogène.
Savoir énoncer le théorème d'Ampère
Savoir utiliser le théorème d'Ampère dans le cas de la distribution cylindrique de courants parallèles, d'un ensemble de spire circulaire plane, du solénoïde.

Partie Introduction à l'électromagnétisme
Savoir définir les hypothèses du modèle de Drude.
Savoir relier le vecteur densité de courant et le champ électrique.
Connaître la définition de la conductivité d'un métal, et savoir calculer la conductivité d'un métal en fonction de ces paramètres géométriques.
Savoir définir et calculer la résistance d'un conducteur
Savoir énoncer la force de Lorentz
Connaître la loi de Lenz- Faraday et savoir l'appliquer dans des cas simple (cas du solénoïde). Savoir définir la notion d'inductances propres. Savoir déterminer des coefficients d'inductance propre et mutuelle dans des cas simples.
Connaître le principe de l'induction et de l'auto induction.
Savoir déterminer le sens du courant induit.

Descriptif

Électrostatique :
Notions générales et phénomènes électrostatiques, forces et champs électrostatiques, relation entre le champ électrique et les charges au repos, propriétés de symétries.
Lois fondamentales : Flux du champ électrostatique, lignes de champ, angle solide, théorème de Gauss, Circulation du champ, potentiel électrostatique.
Conducteurs en équilibre : Conducteurs isolés, conducteurs en équilibre, notions de capacités, condensateurs.
Dipôle électrique et énergie électrostatique.

Magnétostatique
Relation entre le champ magnétique et les charges en déplacement (courants), Champs magnétiques, Expression intégrale de la loi de Biot et Savart.
Lois fondamentales : Flux du champ magnétique, circulation du champ magnétique, Théorème d'Ampère.

Introduction à l'électromagnétisme
Mouvement de charge dans un conducteur : Loi d'Ohm local, résistance électrique d'un conducteur, Effet Hall, Force de Laplace
Notion d'induction : lois, auto induction.
Quelques notions fondamentales de l'électromagnétisme

Bibliographie

- Électromagnétisme - JP Pérez, R. Carles, R. Flekinger, Ed. Masson.
- Physique sup. MPSI et PTSI – P. GRECIAS ; J-P MIGEON
- HPrépa Electromagnetisme 1ère année Ed Hachette
- Methodix Physique 1 Ed Ellipse

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit et/ou Oral	60	33%	Note finale = max(0.33*CC +0.67*CT;CT) Écrit surveillé
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	67%	Note finale=max(0.33*CC +0.67*CT;CT)

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	20	100%	