



Faculté Des Sciences
Département de Physique

Domaine : Sciences et Technologies

Parcours : Physique

Etablissement : Faculté des Sciences

UE PHY 110 : Magnétostatique et régimes variables

Crédits : 4 Crédits (48h : Cours 24h - TD 24h)

Public cible : Etudiants de Licence du parcours Physique

Semestre : 2

Pré-requis : Aucun

Enseignant responsable de l'UE : Dr Yendoubé LARE (MC)

Disponibilité : (jeudi et vendredi : 9h00-12h00)

Année universitaire 2019-2020

2. DESCRIPTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

2.1 OBJECTIFS DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Objectif général :

Initier les étudiants aux concepts de base de la magnétostatique et des circuits en régime variable.

Objectifs spécifiques :

A la fin de ce cours, l'étudiant doit être capable de :

- Décrire les sources possibles de champ magnétique et déterminer la direction d'un champ magnétostatique, à partir des symétries de la distribution de charges et les coordonnées dont dépendent les composantes du champ, à partir des invariances de la distribution de charges.
- Calculer un champ magnétostatique par intégration directe (Loi de Biot et Savart) et par utilisation du théorème d'Ampère.
- Connaître quelques effets mécaniques d'un champ magnétique : force de Lorentz, force de Laplace.
- Avoir les notions de base sur le champ magnétique variable (Induction électromagnétique) et étudier des circuits linéaires passifs en régime variable.

2.2 CONTENU DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'UE PHY 110 traite de l'interaction magnétique qui fait intervenir le champ magnétique invariant dans le temps (magnétostatique) et des phénomènes à régimes variables. Ce cours est composé de cinq chapitres dont les deux premiers abordent les observations et expériences historiques liés aux phénomènes magnétiques, les propriétés de symétrie du champ magnétique, les conventions d'orientation en magnétostatique, les propriétés locales du champ magnétique et les calculs du champ magnétostatique par la loi de Biot et Savart et par le théorème d'Ampère. Le troisième présente la définition des forces de Lorentz et de Laplace, le travail des forces électromagnétiques et l'énergie potentielle d'interaction magnétique. Le chapitre 4 présente les phénomènes d'induction ; les notions de force électromotrice induite, l'étude de l'énergie emmagasinée dans un système de circuits parcourus par des courants électriques et des applications des phénomènes d'induction. Enfin, le chapitre 5 traite des notions de régimes stationnaires, quasi-stationnaires et des circuits linéaires passifs en régime variable.

Plan du contenu d'enseignement (parties, chapitres et sous-chapitres)

Séance n°	Rappel des objectifs spécifiques	Titres des parties/ chapitres / sous-chapitres
1	Comprendre l'historique des phénomènes magnétiques, les expériences élémentaires permettant de mettre en évidence le champ magnétique ou certains de ses aspects, les sources possibles de champ magnétique. Déterminer la direction d'un champ magnétostatique à partir des symétries de la distribution de charges.	Chapitre I : I- Introduction ; 1-historique ; 2-expérience d'Oersted ; 3-expérience d'Ampère ; 4-Aimants.
2	Calculer un champ magnétostatique par intégration directe (Loi de Biot et Savart). Déterminer les coordonnées dont dépendent les composantes du champ, à partir des invariances de la distribution de charges.	Chapitre I : II- Notion de champ magnétique ; 1-Force de Lorentz – Définition du champ magnétique ; 2-Expression du champ magnétique ; 3-Invariances et symétries du champ magnétique ; 4-Lignes de champs magnétiques.
3	Calculer un champ magnétostatique par intégration directe (Loi de Biot et Savart). Déterminer les coordonnées dont dépendent les composantes du champ, à partir des invariances de la distribution de charges, savoir résoudre les problèmes liés au chapitre I.	Chapitre I : III- Champ magnétique terrestre ; 1-Existence de direction du champ magnétique terrestre ; 2-Déclinaison et inclinaison magnétiques ; 3-Composante horizontale du champ magnétique terrestre ; 4-Distribution générale du champ magnétique terrestre Chapitre I : IV- Exemples de calcul du champ magnétique ; 1-Exercice 1 : Champ magnétique créé par un fil infini ; 2-Exercice 2 : Champ magnétique créé par une spire circulaire
4	Connaître la loi de conservation du flux du champ magnétique, Calculer un champ magnétostatique en utilisant le théorème d'Ampère, calculer la divergence et le rotationnel du champ magnétique, calculer le potentiel vecteur du champ magnétique.	Chapitre 2 : I- Flux du champ magnétique à travers une surface fermée Chapitre 2 : II-Théorème d'Ampère 1-Circulation du champ magnétique ; 2-Théorème d'Ampère ; Chapitre 2 : III-Divergence et rotationnel du champ magnétique (propriétés locales) 1-Divergence du champ $\vec{B}$ 2-Rotationnel du champ magnétique Chapitre 2 : IV-Potentiel vecteur 1-Définition du potentiel vecteur 2-Choix de jauge du champ

		3-Expression de $\vec{A}$ à partir des courants
5	Connaître le dipôle magnétique et ses paramètres (champ et potentiel), savoir résoudre les problèmes liés au chapitre II.	Chapitre 2 : V- Dipôle magnétique 1-Moment magnétique 2-Définition d'un dipôle magnétique 3-Champ magnétique créé à grande distance par un dipôle magnétique Chapitre 2 : VI- Exercices Exercice 1 : Calcul du champ magnétique créé par un fil infini à partir du théorème d'Ampère Exercice 2 : Distribution volumique- théorème d'Ampère
6	Connaître quelques effets mécaniques d'un champ magnétique : Comprendre et savoir calculer la force de Lorentz et la force de Laplace.	Chapitre 3 : I- Force de Lorentz 1-Expression de la force de Lorentz 2-Travail de la force magnétique 3-Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme Chapitre 3 : II- Force de Laplace sur un conducteur parcouru par un courant 1-Force de Laplace 2-Exemple d'application de la force de Laplace : Haut-parleur électrodynamique 3-Force entre deux courants rectilignes et parallèles - Définition légale de l'Ampère
7	Comprendre et savoir calculer le travail des forces magnétiques, comprendre et savoir calculer l'énergie potentielle d'interaction magnétique, connaître la règle du flux maximum et ses conséquences, savoir résoudre les problèmes liés au chapitre III.	Chapitre 3 : III- Travail des forces électromagnétiques : théorème de Maxwell Chapitre 3 : IV- Energie potentielle d'interaction magnétique Chapitre 3 : V- Un exercice d'application
8	Comprendre les notions de base sur le champ magnétique variable (Induction électromagnétique), comprendre et savoir appliquer les lois de Faraday et de Lenz, savoir calculer la force électromotrice d'induction, les coefficients d'auto-induction et d'induction mutuelle entre circuits.	Chapitre 4 : I- Etude expérimentale des phénomènes d'induction 1-Champ magnétique variable dans une bobine fixe 2-Déplacement d'un circuit dans un champ magnétique fixe Chapitre 4 : II- Explication des phénomènes d'induction : Loi de Faraday et loi de Lenz 1-Loi de Faraday 2-Loi de Lenz Chapitre 4 : III- Auto-induction et induction mutuelle 1-Auto-induction ou induction propre 2-Force électromotrice d'auto-induction 3-Loi d'Ohm aux bornes d'une portion de circuit présentant une inductance propre 4-Induction mutuelle entre deux circuits fermés
9	Comprendre et savoir calculer l'énergie électromagnétique	Chapitre 4 : IV- Energie électromagnétique des circuits

	d'un circuit, connaître et comprendre des applications des phénomènes d'induction magnétiques.	1-Cas d'un circuit filiforme 2-Cas de deux circuits filiformes Chapitre 4 : V- Exemple d'applications des phénomènes d'induction 1-Générateur de courant alternatif ou alternateur 2-Les transformateurs 3-Les moteurs électriques
10	Comprendre le régime variable et les principaux phénomènes y relatifs, comprendre l'approximation des régimes quasi-stationnaires et les conséquences sur la résolution de certains problèmes en électricité, comprendre et savoir résoudre les problèmes liés aux principaux types de circuits linéaires passifs en régime variable.	Chapitre 5 : I- Notions importantes à savoir sur le régime variable Chapitre 5 : II- Phénomènes d'induction, de capacité et de propagation 1-Le phénomène d'induction 2-Le phénomène de capacitance 3-Le phénomène de propagation Chapitre 5 : III- Approximation des régimes quasi-stationnaires (A.R.Q.S) 1-Régime transitoire 2-Régime permanent 3-Régime stationnaire 4-Régimes quasi-stationnaires 5-Approximation des régimes quasi stationnaires Chapitre 5 : IV- Etude des circuits linéaires passifs en régime variable 1-Rappels 2-Généralités 3-Circuit R-L 4-Circuits R-L-C série
11	Comprendre les différents types de signaux, les notions d'impédances complexes, les lois d'association et les puissances absorbées, savoir résoudre des problèmes liés au chapitre V.	Chapitre 5 : V- Généralités sur les signaux périodiques Chapitre 5 : VI- Représentation d'un signal sinusoïdal 1-Représentation de Fresnel 2-Représentation complexe Chapitre 5 : VII- Notion d'impédance : impédance complexe Chapitre 5 : VIII- Lois d'association Chapitre 5 : IX- Puissance absorbée par un dipôle linéaire
12	Bilan général : recueillir les avis anonymes des étudiants sur le cours, échanger avec les étudiants sur des difficultés particulières, leur donner des conseils.	Bilan général

Modalités d'évaluation : Examen de fin de semestre **60%** et **Devoirs** sur table **40%**.

Bibliographie :

- 1- **Titre** : Electrostatique et Magnétostatique. **Auteurs** : Michel SAINT-JEAN, Janine BRUNEAUX et Jean MATRIOCON. **Edition** : Belin.
- 2- **Titre** : Cours de Physique : Electromagnétisme. Tome1 : Electrostatique et Magnétostatique. **Auteurs** : Daniel Cordier. **Edition** : DUNOD.
- 3- **Titre** : Electrostatique et Magnétostatique. **Auteurs** : Emile Durand. **Edition** : Masson.
- 4- **Titre** : PHYSIQUE, TOUT-EN-UN POUR LA LICENCE, Cours, applications et exercices corrigés. **Auteurs** : Laurent Gautron, Christophe Balland, Alain Angelié, Cyrille Sylvestre, Jean-Luc Battaglia, Jean Denape, Laurence Ferrand-Tanaka, Laurent Cirio, Yves Berthaud, Arnault Monavon, Jean-Yves Paris. **Edition** : Paris, 2010.
- 5- **Titre** : H PRÉPA, ANNÉE, EXERCICES ET PROBLÈMES PHYSIQUE, MPSI/PCSI/PTSI. **Edition** : Hachette Livre 2010.
- 6- **Titre** : Electromagnétisme, Première année, MPSI, PCST, PTST **Auteurs** : Jean-marie BREBEC, Thierry DESMARAIS, Marc MÉNÉTRIER, Bruno NOËL, Régine NOËL, Claude ORSINI. **Edition** : HACHETTE LIVRE 2003.