

Licence d'éducation : Enseignement Secondaire Mathématique / Physique – chimie

S1-M04 : Physique 1 : Électrostatique et magnétostatique

Pr. Issam MOUHTI

Année universitaire 2022/2023

1. Objectif visé

L'étude de l'électrostatique et de la magnétostatique n'est pas centrée sur les calculs mais sur les propriétés des champs. Aucune technicité mathématique n'est recherchée dans les calculs, ces derniers ne concernent que des situations proches du cours et d'intérêt pratique évident, en revanche, on insiste sur la comparaison des propriétés respectives des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$.

Ce cours cible les objectifs ci-après :

- Connaître les lois qui régissent les principales grandeurs en électrostatique ;
- Savoir déterminer les champs et les potentiels électrostatiques créés par des distributions de charges ;
- Acquérir les concepts fondamentaux relatifs aux calculs de champ magnétique via la loi de Biot et Savart et le théorème d'Ampère ;
- Former l'étudiant pour être capable de comprendre l'ensemble des matières à caractères électrique ou électronique.

2. Public cible

Les étudiants des filières :

- Licence en Education Spécialité "Enseignement Secondaire - Mathématiques" (LEM)
- Licence en Education Spécialité "Enseignement Secondaire - Physique Chimie" (LEPC)

3. Stratégie Pédagogique

Le volume horaire global de ce module est de 24 séances, il se déroule sous forme de 21 séances de cours, TD et de 3 séances d'évaluations :

Composante(s) du module : Electrostatique / Magnétostatique.	Volume horaire (VH)					
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques	Evaluation des connaissances	VH global
VH global du module	22h	20h	04h		6h	52h
% VH	42%	38%	8%		12%	100%

4. Modalités d'Evaluation

Indiquer les modes d'évaluation des connaissances : examens, test, devoir, exposés et contrôles continus.

- Contrôles continus (40%) : (Assiduité, tests, Travaux à rendre ...)
- Examen de fin de semestre (60%)

6. Modalité de validation

Le module est validé si la note d'évaluation obtenue est supérieure ou égale à 10/20.

L'étudiant conserve, pour le rattrapage, les notes obtenues dans les éléments du module qui sont supérieures ou égales 10/20. La note de rattrapage est prise en compte sans que la note du module dépasse 10/20.

7. Plan Du Cours

Electrostatique		
CHAPITRE 1 : Outils mathématiques		
Semaine 1	Séance 1	<u>Représentation d'un point dans l'espace</u> ○ Système de coordonnées cartésienne, ○ Systèmes de coordonnées cylindriques, ○ Système de coordonnées sphériques. <u>Vecteurs</u> ○ Somme de deux vecteurs, ○ Produit scalaire, ○ Produit vectoriel, ○ Circulation d'un vecteur,
	Séance 2	○ Flux d'un vecteur ○ Flux élémentaire. <u>Angle solide.</u> <u>Différentielle.</u> <u>Opérateurs vectoriels.</u> ○ Gradient, ○ Direction du gradient, ○ Sens du gradient, Circulation d'un gradient, ○ Divergence, Rotationnel, ○ Laplacien, ○ Quelques relations vectorielles, ○ Quelques relations vectorielles, ○ Transformations intégrales, ○ Exercices d'Application.
Semaine 2	Séance 3	Travaux dirigés : Electrostatique - Série n° 1. Rappels mathématiques
	Séance 4	
CHAPITRE 2 : Charge électrique et loi de Coulomb		

Semaine 3	Séance 5	<u>Charge électrique.</u> ○ Phénomène d'électrisation, ○ Les deux types d'électricité, ○ Constitution électrique de la matière, ○ Comment électriser un corps. <u>Distributions de charges</u> ○ Distribution de charge discrète, ○ Distribution de charges volumiques, ○ Distribution de charges surfaciques, ○ Distribution de charges linéiques. <u>Loi de Coulomb.</u> <u>Principe de superposition des forces électrostatique.</u> <u>Comparaison des forces électrostatique et de gravitation.</u>
	Séance 6	Travaux dirigés : Electrostatique - Série n° 2. Charge électrique et loi de Coulomb.
CHAPITRE 3 : Champ et potentiel électrostatique		
Semaine 4	Séance 7	<u>Le champ électrique</u> ○ Champ électrique, ○ Champ électrostatique créé par une charge ponctuelle isolée, ○ Champ créé par un ensemble de charges ponctuelles : Principe de superposition, ○ Champ créé par une distribution continue de charges. ○ Topographie du champ électrique : Ligne de champ
	Séance 8	Travaux dirigés : Electrostatique – Série n° 3. Charges électriques, Force électrostatique, Champ électrostatique
Semaine 5	Séance 9	<u>Potentiel électrostatique.</u> ○ Circulation d'un vecteur, ○ Circulation du champ électrostatique, ○ Potentiel électrostatique, ○ Potentiel électrostatique pour une distribution de charges, ○ Surface équipotentielle, <u>Dipôle électrique.</u> ○ Définition d'un dipôle électrostatique, ○ Expression du potentiel créé, ○ Expression du champ créé, ○ Equation des lignes de champ.
	Séance 10	Contrôle continue N° 1

CHAPITRE 4 : Théorème de Gauss.		
Semaine 6	Séance 11	<u>Flux du champ électrostatique.</u> ○ Théorème de Gauss, ○ Symétrie et invariance de la distribution de charge et caractérisation du champ et du potentiel, ○ Invariance de la distribution de charge, ○ Exercices d'Application : calcul de champ et potentiel créé par un segment rectiligne.
	CHAPITRE 5 : Conducteurs en équilibre électrostatique.	
	Séance 12	<u>Propriétés des conducteurs en équilibre</u> ○ Champ électrique, ○ Potentiel électrique, ○ Répartition des charges, ○ Théorème de Coulomb, ○ Pouvoir des pointes, ○ Conducteur creux, ○ Capacité d'un conducteur. <u>Phénomène d'influence.</u> ○ Influence partielle, ○ Influence totale. <u>Condensateurs.</u> ○ Définition, ○ Capacité d'un condensateur.
Semaine 7	Séance 13	Travaux dirigés : Electrostatique – Série n° 4. Champ électrostatique, Potentiel électrostatique, Condensateurs
	Séance 14	
Magnétostatique		
CHAPITRE 1 : Champ magnétique créé par des courants permanents		
Semaine 8	Séance 15	<u>Vecteur densité de courant</u> ○ Définition d'un courant électrique, ○ Densité de courant électrique volumique, ○ Densité de courant électrique surfacique, ○ Densité de courant électrique linéique. <u>Force de Lorentz.</u> <u>Champ magnétique.</u> ○ Champ magnétique créé par une distribution de courant volumique, ○ Champ magnétique créé par une distribution de courant surfacique,

		○ Champ magnétique créé par une distribution de courant linéique : Loi de Biot et Savart.
	Séance 16	Contrôle continue N° 2.
Semaine 9	Séance 17	<u>Invariances et symétries du champ magnétique.</u> ○ Invariance par translation, ○ Invariance par rotation, ○ Plan de symétrie, ○ Plan d’antisymétrie. <u>Topographie des lignes du champ magnétostatique.</u> ○ Exemple d’application : calcul de champ créé par une distribution de courant : champ créé par un segment rectiligne de fil filiforme.
	Séance 18	Travaux dirigés : Magnétostatique – Série n° 5. Champ magnétique.
Semaine 10	Séance 19	Travaux dirigés : Magnétostatique – Série n° 5. Champ magnétique (suite).
	Chapitre 2 : Théorème d’Ampère.	
	Séance 20	<u>Circulation du champ magnétique.</u> ○ Théorème d’Ampère, ○ Flux du champ magnétique. <u>Potentiel vecteur</u> ○ Potentiel vecteur créé par une distribution de courant volumique, ○ Potentiel vecteur créé par une distribution de courant surfacique, ○ Potentiel vecteur créé par une distribution de courant linéique, ○ Exercices d’Application.
Semaine 11	Séance 21	Travaux dirigés : Magnétostatique – Série n° 6. Champ magnétique, Potentiel vecteur, Force de Laplace, Flux.
	Séance 22	
Chapitre 3 : Forces électromagnétiques de Laplace.		
Semaine 12	Séance 23	○ Force de Lorentz, ○ Force de Laplace. <u>Applications de la loi de Laplace.</u> ○ Interaction entre deux courants électriques, ○ Travail des forces électromagnétiques de Laplace.

		○ Exercices d'Application. Travaux dirigés : Magnétostatique – Série n° 6. Champ magnétique, Potentiel vecteur, Force de Laplace, Flux (suite).
	Séance 24	Contrôle continue N° 3 / Correction contrôle continue N° 3.
Examen Fin de Module		

8. BIBLIOGRAPHIE

- Physique tout-en-un MPSI MP2I 2021 - 2^e édition. **Auteurs** : Stéphane Cardini, Damien Jurine, Bernard Salamito, Valérie Bouland, Rachel Comte et al.
Lien : <https://www.dunod.com/prepas-concours/physique-tout-en-un-mpsi-mp2i-2021>
- Physique-Chimie MPSI, 5e édition. **Auteurs** : Thierry Finot, Elsa Choubert, Sébastien Fayolle, David Legrand
- Physique -Chimie BCPST 1re année, 3e édition. **Auteurs** : Thierry Finot, Elsa Choubert.
- Physique - 100 fiches 2021-2022 pour bien démarrer en prépa - Maths-Physique-Chimie - MPSI-MP2I-PCSI-PTSI-BCPST. **Auteurs** : Marie-Virginie, Speller Erwan Guélou.
- Je réussis mon entrée en prépa scientifique. Physique-Chimie. **Auteurs** : Yann Lozier, Olivier Levasseur.
- Je réussis Physique-Chimie - Visa pour la prépa 2021-2022 - 6e édition. **Auteurs** : Séverine Bagard, Nicolas Simon.
- Physique PCST - Tout-en-un - 2021 - 6e édition. **Auteurs** : Stéphane Cardini, Damien Jurine, Bernard Salamito, Valérie Bouland, Rachel Comte et al.