

## Physique 3

<b>Domaine</b>	Ingénierie et Architecture
<b>Filière</b>	Génie électrique
<b>Orientation</b>	Electronique embarquée et Mécatronique (EEM)
<b>Mode de formation</b>	Plein temps

### Informations générales

Nom	: Physique 3
Identifiant	: Phy3
Années académiques	: 2021-2022, 2022-2023
Responsable	: Silvia Schintke
Charge de travail	: 150 heures d'études
Périodes encadrées	: 80 (= 60 heures)

Semestre	E1	S1	S2	E2	S3	S4	E3	S5	S6
Cours					48				
Laboratoire					32				

### Connaissances préalables recommandées

L'étudiant-e doit connaître et savoir utiliser les notions suivantes :

- toutes celles du programme de mathématiques de 1ère année ;
- toutes celles du programme de théorie des circuits linéaires de 1ère année ;
- toutes celles du programme de physique de 1ère année.

Les unités d'enseignement MAE1 et 2 (mathématiques), TCL, TCM (théorie des circuits linéaires), IPH et PHY1 (physique) permettent d'acquérir ces connaissances.

### Objectifs

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant-e sera capable de :

Concernant l'électrostatique :

- Expliquer à l'aide de la loi de Coulomb, la notion de force agissant entre les charges électriques; expliquer les notions de champ électrique, des lignes de champ, et du flux d'un champ électrique.
- Calculer le flux d'un champ électrique à travers des surfaces de géométrie simple; appliquer le théorème de Gauss (sous forme intégrale) en électrostatique à des problèmes de géométrie simple (symétrie plane, cylindrique ou sphérique) pour calculer le champ électrique.
- Calculer le potentiel électrique à partir du champ électrique et inversement pour des géométries simples; expliquer la notion de la tension électrique entre deux armatures d'un condensateur de géométrie simple et déterminer la capacité du condensateur. Décrire des exemples d'application de différents types de condensateurs dans des domaines d'ingénierie.

- Expliquer ce que sont les diélectriques et leurs propriétés, les notions de polarisation de la matière et champ disruptif. Donner des ordres de grandeurs de valeurs typiques de ce champ pour des applications pratiques.

- Analyser et décrire des exemples d'application de l'électrostatique dans différents domaines de l'ingénierie et dans différents secteurs industriels.

Concernant le magnétisme et l'électromagnétisme :

- Appliquer le théorème d'Ampère et la loi de Biot-Savart aux géométries simples des courants (fil droit, spire circulaire, solénoïdes longs et courts, bobine toroïdale) et calculer le champ d'induction magnétique.

- Décrire les propriétés magnétiques de la matière et les phénomènes de diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme. Décrire les cycles d'hystérésis. Donner des ordres de grandeurs pour la perméabilité magnétique. Décrire des exemples d'application de matériaux magnétiques.

- Énoncer la loi de Faraday et décrire le phénomène d'induction à l'aide d'exemples leurs conséquences (courants de Foucault, pertes fer dans les machines) ; calculer la tension et le courant induit pour des circuits simples.

- Appliquer l'analogie conceptuelle entre circuits magnétiques et circuits électriques au calcul de circuits magnétiques simples; appliquer les notions d'inductance propre et d'inductance mutuelle des circuits magnétiques.

- Calculer l'énergie volumique électrique et magnétique en fonction des champs correspondants; pour les quatre équations de Maxwell sous forme intégrale donner leur signification physique.

- Analyser et décrire des exemples d'application de magnétisme et de l'électromagnétisme dans différents domaines de l'ingénierie et dans différents secteurs industriels.

Concernant les phénomènes ondulatoires :

- Appliquer l'équation différentielle (éq. de d'Alembert) des fonctions d'ondes en coordonnées cartésiennes aussi bien pour les ondes mécaniques qu'électromagnétiques: savoir expliquer les notions d'amplitude, de longueur d'onde, de nombre d'onde, de fréquence, de période et de vitesse de propagation.

- Savoir calculer ces différentes caractéristiques pour des ondes mécaniques suivantes : ondes acoustiques dans un milieu solide, liquide ou gazeux, ondes le long d'une corde et ondes se propageant à la surface d'un liquide.

- Distinguer les ondes transversales et longitudinales ; calculer les vitesses de propagation en fonction des propriétés physiques des milieux de propagation; concernant les ondes électromagnétiques, énoncer la relation entre les champs électrique et magnétique et décrire la notion de polarisation.

- Expliquer ce qu'est une onde stationnaire dans le cas unidimensionnel et illustrer des exemples pratiques ; déterminer les fréquences propres et illustrer les différents modes.

- Décrire les phénomènes de battements et d'interférence de deux ondes et poser les conditions d'interférences constructives ou destructives ; expliquer le principe de quelques interféromètres et des applications de l'interférométrie dans l'ingénierie.

- Décrire le phénomène de diffraction d'une onde. Déterminer les positions des maxima et minima d'intensité en cas de diffraction par une fente ou ouverture circulaire, expliquer les conséquences en termes de résolution (critère de Rayleigh) et des applications (diffraction des rayons X).

- Appliquer les notions de la puissance d'une source d'onde, de la puissance et de l'intensité au niveau d'un capteur, ainsi que le niveau d'intensité sonore.

- Analyser et décrire des exemples d'application de phénomènes ondulatoires dans différents domaines de l'ingénierie et dans différents secteurs industriels.

Les travaux pratiques effectués au laboratoire permettent une meilleure assimilation de certaines notions du cours. En outre, à leur issue, l'étudiant-e sera capable de :

- Mesurer plusieurs grandeurs physiques en lien avec l'électrostatique, le magnétisme, l'électromagnétisme et les phénomènes ondulatoires: planifier les mesures, assembler des bancs de test et dispositifs de mesure en laboratoire, utiliser différents instruments de mesure, documenter les expériences et l'acquisition des données expérimentales, représenter les données expérimentales graphiquement, les analyser y.c. l'incertitude des mesures, discuter les résultats, les résumer et documenter.

- Planifier et réaliser un mini-projet dans un domaine de physique appliquée avec une approche scientifique: Rechercher des informations nécessaires pour compléter ou consolider ses connaissances de base par l'étude personnelle de littérature et de documentation technique et par des modélisations simples. Pour la partie expérimentale d'un mini-projet, monter une expérience simple, mesurer à l'aide d'instruments divers, de manière précise et fiable, les grandeurs importantes. Analyser les mesures d'une manière scientifique et critique en tenant compte des limites des instruments de mesure et résumer les valeurs et les incertitudes des résultats expérimentaux.

- Rédiger un rapport détaillé du travail réalisé dans un style technique-scientifique. Exposer et défendre son travail lors d'une présentation et/ou réaliser une vidéo-présentation du projet; proposer d'éventuelles améliorations expérimentales.

### Contenu et formes d'enseignement

Répartition des périodes indiquée à titre informatif.

**Cours:** 48 périodes

- |   |    |
|---|----|
| - Electrostatique et applications               | 16 |
| - Magnétisme, électromagnétisme et applications | 14 |
| - Propagation d'ondes et applications           | 18 |

**Laboratoire:** 32 périodes

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| - Travaux de laboratoire | 32 |
|--------------------------|----|

### Bibliographie

Par exemple:

- Harris Benson, Physique II - Electricité et magnétisme, 5ème édition, 2015, De Boeck Supérieur (ISBN 9782804193805).
- Harris Benson, Physique III - Ondes, optique et physique moderne, 5ème édition, 2016, De Boeck Supérieur (ISBN 9782804193812).
- Horst Stöcker, Francis Jundt, Georges Guillaume, Toute la Physique, 2ème édition, 2018, Dunod (ISBN 9782100776412).
- Polycopiés et supports de cours des enseignants pour la partie cours avec exercices, et pour la partie laboratoire.

### Contrôle de connaissances

**Cours :** L'acquisition des matières de cet enseignement sera contrôlée au fur et à mesure par des tests et des travaux personnels tout au long de son déroulement. il y aura au moins 3 tests d'une durée totale de 3 périodes.

**Laboratoire :** Ils seront évalués sur la base des rapports de manipulation, à 2 reprises minimum, plus une présentation orale des résultats d'un mini-projet.

**Examen** : l'atteinte de l'ensemble des objectifs de formation sera vérifiée lors d'un contrôle final commun écrit d'une durée de 100 minutes.

Matériel autorisé :

- information communiquée directement par l'enseignant.

### Calcul de la note finale

Note finale = moyenne cours x 0.3 + moyenne laboratoire x 0.2 + moyenne examen x 0.5