



Statut provincial: 203-NYB

Bloc obligatoire

Préalables :

PHY NYA (PR), Mat NYA, Mat NYB (PR ou CR)

pondération: 3-2-3

75 heures

Électricité et magnétisme

Table des matières

Dans les pages qui suivent, il sera question de	PAGE
1. Objet du cours et sa place dans le programme	2
2. Compétence développée dans le cours	2
3. Contenu et déroulement du cours	3
4. Activités d'enseignement et d'apprentissage	7
5. Évaluation sommative	8
6. Modalités d'application des politiques institutionnelles et règles départementales particulières	9
7. Précisions sur les évaluations	10
8. Médiagraphie	10

1. Objet du cours et sa place dans le programme

Le cours *Électricité et magnétisme* est le deuxième cours de physique du programme en Sciences de la nature. Il fait connaître les grandes lois qui régissent les phénomènes électriques et magnétiques.

La théorie de l'électromagnétisme est la grande réussite de la physique du 19^e siècle. Avec la mécanique classique, elle constitue la base de toute la physique classique. Elle a rendu possible les grandes réalisations technologiques de la civilisation du 20^e siècle qui se poursuivent à ce jour.

À travers l'étude des champs électrique et magnétique l'étudiant se familiarise avec la notion de champ en physique. Le calcul de ces champs offre également à l'étudiant l'occasion d'appliquer les méthodes du calcul différentiel et intégral développées dans ses cours de mathématiques.

Au laboratoire l'étudiant se familiarise avec les caractéristiques de plusieurs dispositifs utilisés en électronique et développe sa capacité à monter des circuits électriques. Il apprend à se servir des principaux appareils de mesure utilisés en électronique EET.

À titre de préalables, l'étudiant doit avoir suivi le cours de physique NYA, avoir réussi le cours de mathématiques NYA et avoir suivi (ou tout au moins être en train de suivre) le cours de mathématiques NYB.

2. Compétence développée dans le cours

Analyser différentes situations et phénomènes physiques à partir des lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme.

Les connaissances: au terme de ce cours, l'étudiant doit:

- connaître, comprendre et savoir appliquer les grandes lois de l'électromagnétisme;
- connaître et utiliser correctement la terminologie, le symbolisme et les conventions propres à l'électromagnétisme;
- connaître les principales définitions en électricité et en magnétisme, en précisant la signification de tous les symboles utilisés;
- connaître les formules les plus importantes en électricité et en magnétisme et juger des contraintes et limites de leur applicabilité;
- connaître les unités du système international (SI) et savoir faire une analyse dimensionnelle;
- savoir utiliser le calcul intégral et différentiel pour résoudre des problèmes d'électromagnétisme;
- savoir situer, à l'occasion, un certain nombre de concepts, de développements théoriques et de faits expérimentaux dans un contexte historique.

Les habiletés: au terme de ce cours, l'étudiant doit pouvoir

- raisonner qualitativement et formaliser ses réflexions, sa démarche et son travail expérimental;
- utiliser un vocabulaire précis et décrire dans un langage cohérent les situations à l'étude en respectant l'orthographe, les règles de grammaire et la syntaxe;
- traduire un problème d'électromagnétisme en termes mathématiques en utilisant le symbolisme et la syntaxe habituels et résoudre les équations établies;
- prévoir l'ordre de grandeur du résultat d'un calcul, critiquer le résultat obtenu et en donner une interprétation physique;
- faire les graphiques et les schémas en respectant les normes habituelles;
- résoudre un problème en le décomposant en une suite de questions intermédiaires, en utilisant une démarche cohérente et logique et les techniques mathématiques appropriées;

- utiliser adéquatement certains appareils et instruments de mesure électronique dans un laboratoire de physique;
- être capable de monter des circuits électriques à partir d'un schéma;
- rédiger des rapports de laboratoire concis et conformes aux exigences établies, en utilisant un français correct, clair et précis;
- intégrer les apprentissages en mathématiques au cours d'électromagnétisme;
- faire le transfert de ses connaissances des lois de l'électromagnétisme à des situations de la vie quotidienne.

Les attitudes: ce cours doit amener l'étudiant à

- prendre la responsabilité de son processus d'apprentissage;
- développer son sens critique et son esprit d'analyse et de synthèse;
- développer ses capacités de travail en équipe;
- développer le goût de poursuivre sa formation en sciences, en particulier dans le domaine des applications de la physique à la technologie et aux autres disciplines scientifiques;
- développer son intérêt pour les sciences, l'histoire des sciences, l'éthique et l'épistémologie.

3. Contenu et déroulement du cours

Remarque : quelques sujets sont différents; ils sont identifiés par (P) pour Sciences pures et appliquées et par (S) pour Sciences de la santé et de la vie

Électrostatique et champ électrique

(11 périodes)

Semaines 1 à 3	L'étudiant doit pouvoir...
Électrostatique	<ul style="list-style-type: none"> • décrire les propriétés des corps chargés • définir un isolant et un conducteur • décrire le procédé de charge par induction
Loi de Coulomb	<ul style="list-style-type: none"> • énoncer la loi de Coulomb et l'expliquer dans ses propres mots • déterminer la force résultante coulombienne exercée par un nombre fini de charges sur une autre charge • résoudre des problèmes de statique et de dynamique mettant en cause des charges ponctuelles en utilisant les notions vues en physique NYA
Champ électrique	<ul style="list-style-type: none"> • donner la définition générale du champ électrique • formuler l'expression du champ d'une charge ponctuelle • déterminer le champ dû à plusieurs charges ponctuelles, disposées selon une géométrie simple • démontrer, par intégration, à partir de l'expression du champ créé par une charge ponctuelle, la formule du champ d'un fil droit en un point quelconque • démontrer la formule du champ produit par un plan chargé infini • déterminer le champ produit par un système comportant plusieurs plaques parallèles en utilisant l'expression du champ d'un plan infini • résoudre des problèmes de charges mobiles dans un champ constant • représenter, à l'aide des lignes de champ, le champ produit par des charges ponctuelles ou par des distributions continues de charge présentant une symétrie • donner la définition d'un dipôle • énoncer la formule du moment dipolaire et le calculer • déterminer la grandeur du moment de force qui s'exerce sur un dipôle

Théorème de Gauss

- définir le flux électrique
- énoncer le théorème de Gauss et l'utiliser pour trouver la formule du champ électrique pour une distribution symétrique de charges

Potentiel et énergie potentielle

(11 périodes)

Semaines 4 à 6

L'étudiant doit pouvoir...

Énergie potentielle électrique

- expliquer en ses propres mots la notion d'énergie potentielle électrique
- définir la variation d'énergie potentielle d'une charge ponctuelle en terme du travail fait par la force électrique
- calculer l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle dans le voisinage d'un système (à géométrie simple) comportant plusieurs charges ponctuelles
- calculer l'énergie potentielle d'un système comportant quelques charges ponctuelles

Potentiel électrique

- donner la définition du potentiel électrique
- formuler l'expression du potentiel d'une charge ponctuelle et l'utiliser pour déterminer le potentiel en un point situé dans le voisinage de charges ponctuelles fixes
- énoncer et interpréter la relation entre le champ électrique et le potentiel
- utiliser la relation entre le champ électrique et le potentiel pour obtenir le champ par dérivation lorsque l'expression du potentiel est connue sur un axe
- déterminer le champ électrique le long d'un axe à partir du graphique du potentiel en fonction de la position
- déterminer le potentiel (ou la variation de potentiel) dans une région où le champ est constant
- faire un diagramme des lignes de champ et des équipotentielles pour une distribution simple et symétrique de charges électriques
- décrire les propriétés du champ électrique et du potentiel à la surface et à l'intérieur d'un conducteur à l'équilibre

Condensateur

- définir la capacité d'un condensateur et la calculer à partir de la relation $C = Q/V$
- expliquer l'utilité du diélectrique dans un condensateur
- calculer l'énergie emmagasinée dans un condensateur plan chargé (P)

Circuits électriques

(11 périodes)

Semaines 7 à 9

L'étudiant doit pouvoir...

Courant et loi d'Ohm

- donner la définition du courant et l'appliquer
- énoncer la loi d'Ohm
- reconnaître les matériaux ohmiques et non-ohmiques à partir d'un graphique de V en fonction de I
- exprimer la résistance d'un fil en fonction de ses dimensions et de la résistivité du métal et résoudre des problèmes s'y rapportant

Circuits électriques

- . énoncer les lois des résistances en série et en parallèle et les utiliser
- . utiliser la méthode du diviseur de tension pour obtenir rapidement la tension aux bornes d'une résistance
- . déterminer la résistance interne d'une pile réelle
- . déterminer la pile équivalente à un ensemble de piles quelconques en série ou à un ensemble de piles identiques en parallèle
- . résoudre, par simplification, des circuits comportant des piles réelles et des réseaux de résistances
- . résoudre des problèmes de circuits comportant des mises à la terre
- . énoncer les lois de Kirchhoff et les utiliser pour solutionner des circuits qui ne peuvent être résolus par la méthode de simplification du circuit
- . exprimer la puissance électrique en fonction du voltage, du courant et de la résistance, et utiliser ces relations pour résoudre des problèmes de transfert d'énergie
- . expliquer la différence entre une source de tension alternative et une source de tension continue
- . déterminer les valeurs efficaces de la tension et du courant pour une source alternative
- . expliquer l'utilité et les principes de fonctionnement des fusibles et des disjoncteurs
- . identifier les circonstances les plus courantes qui mènent à des chocs électriques désagréables ou mortels et les mesures à prendre en cas de choc

Champ et forces magnétiques

(11 périodes)

Semaines 10 à 12

L'étudiant doit pouvoir...

Champ magnétique

- . décrire les propriétés des aimants permanents et des autres substances ferromagnétiques
- . comparer les propriétés d'un aimant et d'un corps chargé
- . utiliser une boussole pour déterminer l'orientation d'un champ magnétique
- . représenter le champ magnétique de configurations simples (aimant, fil droit, boucle, bobine etc.) par un diagramme de lignes de champ
- . énoncer la loi de Biot et Savart et l'expliquer
- . démontrer l'expression du champ produit par un fil droit à l'aide de la loi de Biot et Savart (P)
- . établir l'expression du champ produit par une boucle à l'aide de la loi de Biot et Savart (P)
- . donner et utiliser l'expression du champ produit par un solénoïde sur son axe
- . déterminer le champ résultant en utilisant le principe de superposition et les expressions des champs produits par chaque partie du système
- . expliquer le principe de fonctionnement de l'électro-aimant et l'usage qu'on peut en faire
- appliquer le théorème d'Ampère à différentes situations

Force magnétique	<ul style="list-style-type: none"> calculer la force magnétique (grandeur et orientation) que subit un élément de fil, traversé par un courant, lorsqu'il est placé dans un champ magnétique calculer, par intégration, la force magnétique sur un fil droit dans un champ non-uniforme ou sur un fil courbe dans un champ uniforme, pour des cas simples calculer la force magnétique (grandeur et orientation) que subit une charge en mouvement dans un champ magnétique déterminer le rayon de la trajectoire circulaire suivie par une particule chargée en mouvement dans un champ uniforme et déterminer la période de révolution déterminer le moment de force s'exerçant sur un cadre placé dans un champ magnétique uniforme expliquer le fonctionnement d'appareils tels le cyclotron, spectrographe de masse, synchrotron, linac etc. et pouvoir résoudre des problèmes s'y rapportant
------------------	--

Induction électromagnétique

(11 périodes)

Semaines 13 et 14	L'étudiant doit pouvoir...
Lois de Lenz et de Faraday	<ul style="list-style-type: none"> définir le flux magnétique et utiliser cette définition pour déterminer le flux magnétique traversant des systèmes simples comme une boucle (rectangulaire ou circulaire), une bobine ou un solénoïde énoncer la loi de Lenz et s'en servir pour déterminer le sens du courant induit dans un circuit fermé subissant une variation de flux magnétique énoncer la loi de Faraday et l'utiliser pour déterminer l'électromotance induite produite par une tige en mouvement dans un champ magnétique, par un cadre se déplaçant dans un champ magnétique et par un cadre tournant dans un champ magnétique
Applications	<ul style="list-style-type: none"> expliquer le fonctionnement du générateur linéaire et déterminer l'électromotance induite produite par ce générateur expliquer le fonctionnement du générateur rotatif et déterminer l'électromotance induite produite par ce générateur expliquer le fonctionnement du moteur linéaire et déterminer la vitesse limite de ce moteur expliquer le fonctionnement du moteur rotatif expliquer le fonctionnement du transformateur idéal, en calculer la tension au secondaire et, en utilisant la loi d'Ohm et la conservation de l'énergie, trouver les courants au primaire et au secondaire

Synthèse

(5 périodes)

Semaine 15	L'étudiant doit pouvoir...
	<ul style="list-style-type: none"> résoudre des problèmes qui comportent plusieurs étapes et qui requièrent l'application des notions les plus importantes vues dans le cours

Sujets de laboratoire	L'étudiant :
Introduction aux circuits	<ul style="list-style-type: none"> . vérifie expérimentalement les valeurs prédites par la théorie pour des associations simples de résistances en série et en parallèle . mesure les caractéristiques d'une pile réelle . apprend à se servir d'un multimètre digital comme ohmmètre, ampèremètre et voltmètre
Diode et relais ou Loi d'Ohm	<p>Diode et relais</p> <ul style="list-style-type: none"> . Se familiarise avec de nouvelles composantes de circuit : diode, DEL, cellule photo-résistive et relais. <p>Loi d'Ohm</p> <ul style="list-style-type: none"> . valide la loi des mailles . valide la loi d'Ohm . apprend à se servir d'un multimètre digital comme ohmmètre, ampèremètre et voltmètre
Décharge d'un condensateur	<ul style="list-style-type: none"> . analyse la décharge d'un condensateur à travers une résistance . trouve, en variant les valeurs de résistance et de capacité, la loi de décharge du condensateur . rédige un rapport d'expérience complet
Oscilloscope/transformateur	<ul style="list-style-type: none"> . se familiarise avec le fonctionnement de l'oscilloscope et du générateur de signal . apprend à se servir de l'oscilloscope pour mesurer des signaux alternatifs et continus - Analyse le signal au primaire et au secondaire d'un transformateur
Rhéostat et circuit redresseur	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse le comportement d'un circuit redresseur.
Champ magnétique	<ul style="list-style-type: none"> . étudie le champ magnétique généré par un courant circulaire

4. Activités d'enseignement et d'apprentissage

Le cours se donne à raison de cinq heures de théorie par semaine sauf, évidemment, les semaines où des séances de laboratoire sont prévues.

Dans ce cas, il y aura trois heures de théorie et deux heures de laboratoire.

Théorie

Les méthodes pédagogiques peuvent varier d'un professeur à un autre. Généralement, le professeur expose la théorie en classe par des cours de type magistral. Quelle que soit la méthode utilisée, le professeur fait lui-même et fait travailler par les étudiants, en classe, un certain nombre de problèmes, dans le but d'aider l'étudiant à comprendre la théorie. De plus, chaque semaine, le professeur indique aux étudiants un certain nombre de problèmes à faire à la maison. Le travail régulier constitue certainement une des conditions essentielles de la réussite.

Laboratoires

L'étudiant doit effectuer toutes les expériences dont la liste apparaît précédemment. Pour s'assurer de la participation continue des étudiants, le département de physique a établi les règlements suivants.

Les étudiants travaillent par équipes de deux au maximum. Ces équipes sont formées au début de la session et restent les mêmes pour toute la durée de la session.

La présence des deux membres est obligatoire pour toutes les séances prévues sur la *feuille de route*. Chaque absence entraîne, pour l'étudiant concerné, une note zéro pour ce laboratoire.

Les rapports sont communs et la note va aux deux étudiants. Les rapports doivent être remis généralement une semaine ou deux (voir la feuille de route) après la séance de laboratoire, au début de la période normalement prévue pour les séances de laboratoire. Bien entendu les deux partenaires d'une même équipe sont conjointement responsables de la remise des travaux de laboratoire (préparations et rapports).

De plus chaque étudiant sera noté, pour la plupart des expériences, sur un travail préparatoire qu'il devra remettre avant la séance de laboratoire. Ces travaux sont appelés *préparations* sur la *feuille de route*.

Un examen pratique de laboratoire servira à vérifier l'acquisition, par chaque étudiant, de certaines théories et techniques vues en laboratoire.

La ponctualité à un laboratoire est très importante puisque plusieurs séances de laboratoire sont largement dirigées en début de séance. Le professeur se réserve le droit de pénaliser l'étudiant dont le retard n'est pas justifié.

Un calendrier des séances de laboratoire sera fourni, sur la feuille de route, au début de la session.

Veillez noter qu'il est strictement interdit de boire et de manger dans les laboratoires de physique, et ce, autant pendant les cours théoriques que pendant les expériences de laboratoires.

5. Évaluation sommative

A. Évaluation en cours de session

Le barème de la session se répartit comme suit:

- théorie: 50 – 55 % : 3 ou 4 examens, devoirs, mini-tests, examen de lecture
 30 % : examen final
- laboratoires: 15 – 20 %

Le pourcentage alloué à la théorie inclut la note des devoirs et des travaux préparatoires (s'il y a lieu) et celle des examens. Ces derniers se subdivisent en trois modes distincts d'évaluation, à savoir:

- les mini-tests ayant une durée de 10 à 20 minutes,
- les contrôles réguliers, ayant une durée de 50 minutes ou de 1 heure 50 minutes,
- l'examen final, dont une partie est récapitulative d'une durée de 2h50.

L'étudiant trouvera les détails de l'évaluation sommative dans la *feuille de route*.

Le professeur évalue tout travail (et en particulier les examens) à partir de ce que l'étudiant a effectivement écrit et non en fonction de ce qu'il a voulu écrire.

Il peut arriver que les dates des examens soient modifiées en cours de session. Le département considère cependant que *les étudiants demeurent disponibles jusqu'à la date de fin de session prévue au calendrier modifié.*

Le calendrier scolaire prévoit normalement certaines journées d'évaluation formative. L'évaluation formative a pour but de fournir à l'étudiant, durant le déroulement d'un cours, de l'information sur son apprentissage dans le but de l'aider à poursuivre son cours. Les journées d'évaluation formative peuvent comprendre des activités dirigées ou des activités de tutorat et la présence des étudiants à ces journées peut-être exigée.

B. Épreuve finale

L'épreuve finale, dont une partie est récapitulative compte pour 35 % de la note du cours. Cette épreuve commune à tous les étudiants suivant le cours 203-NYB a lieu durant la période d'évaluation sommative de la seizième semaine de calendrier. Elle sert à vérifier l'atteinte de la compétence développée dans ce cours.

C. Critères généraux d'évaluation

- Utilisation appropriée des concepts, des principes et des lois.
- Schématisation adéquate des situations physiques.
- Représentation graphique adaptée à la nature des phénomènes.
- Justification des étapes retenues pour l'analyse des situations.
- Application rigoureuse des lois de l'électricité et du magnétisme.
- Jugement critique des résultats.

6. Modalités d'application des politiques institutionnelles et règles départementales particulières

La présence aux cours est très importante. L'étudiant qui suit un cours, loin de subir une perte de temps, fait déjà une partie du travail d'apprentissage sur place. Il en faut peu pour conclure que l'étudiant qui manque un cours s'expose à un surcroît de travail. Les absences répétées risquent de représenter un retard difficile à rattraper.

Dans le contexte actuel où l'étudiant est invité à prendre ses propres responsabilités, et à assumer ses libertés d'adulte, le département de physique n'impose pas généralement la présence obligatoire aux cours théoriques; il existe cependant un certain nombre d'absences limite, au-delà duquel un étudiant ne pourra pratiquement plus récupérer sa session. *La présence aux laboratoires et aux contrôles est évidemment obligatoire .*

Toutes les politiques concernant l'évaluation, les absences, retards, etc. sont consignées dans les deux documents suivants :

- La politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages (PIÉA):
<http://physique.cmaisonneuve.qc.ca/PIEA.pdf>
- La politique départementale d'évaluation des apprentissages (PDÉA):
<http://physique.cmaisonneuve.qc.ca/PDEA-Physique.pdf>

7. Précision sur les évaluations

- a. **Dates et pondération** : voir la feuille de route du professeur.
- b. **Remise des travaux**
Tous les travaux de laboratoire et les examens sont conservés au département par les professeurs concernés durant au moins une session. Les étudiants doivent remettre au professeur leur copie, après consultation; *aucune copie ne doit sortir de la classe*. Cependant, les étudiants peuvent revoir leurs copies au bureau du professeur durant les périodes de disponibilité de celui-ci.

8. Médiagraphie

SÉGUIN, Marc. Physique XXI. Tome B Électricité et magnétisme. 2010. Montréal : 2010. 556 p.

BENSON, Harris. Physique 2: Électricité et magnétisme. Montréal : Éditions ERPI, 1999, 398 p.

HALLIDAY, David et Robert RESNICK. Physique. Montréal : Éditions du Renouveau pédagogique, 1979-1980. 3 vol. 530 H188 ph f.s

SERWAY, Raymond A. Physique, 2: Électricité et magnétisme. 3e éd. Laval : Études Vivantes, c1992. 530 S492 p f.m v.2

LAFRANCE, René, Physique 2. Électricité et magnétisme. Montréal, Chenelière Éducation, 2014. 476 p.

SHORTLEY, Georges Hiram et Dudley WILLIAMS. Principles of college physics. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall , 1967. 863 p. 530 S559 pr