

SESSION H-2007
NO DE COURS 203-NYB-05
PRÉALABLES 203-NYA-05
201-NYB-05
COREQUIS : 201-NYC-05

ENSEIGNEMENT RÉGULIER

PLAN DE COURS

PROGRAMME
TITRE DU COURS
PONDÉRATION
DISCIPLINE

SCIENCES DE LA NATURE
ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME
3-2-3
PHYSIQUE

NOMS DES PROFESSEURS

BUREAU

HACÈNE ABEIDIA (abeidiah@clg.qc.ca)
JACQUES BRIDET (jbridet@clg.qc.ca)
DANIEL LAPOINTE
SIMON VILLENEUVE (svilleneuve@cchic.ca)

S-335  **681**
S-346  **683**
S-333  **680**
S-339  **561**

Site du département de physique: <http://aladin.clg.qc.ca/~bridetj>

PRÉAMBULE ET PRÉALABLES

Les cours de physique au niveau secondaire ont été l'occasion de s'initier à une certaine connaissance de la méthode scientifique et d'y chercher à développer un raisonnement logique et rigoureux.

Les cours de physique NYA et NYB de niveau collégial poursuivent les mêmes objectifs tout en permettant d'y approfondir nos connaissances de la physique, d'en découvrir les grandes lois fondamentales, et de montrer aussi l'importance d'utiliser avec intelligence les instruments mathématiques développés dans les cours de mathématiques NYA, NYB et NYC. En principe on considère donc que les élèves ont atteint ce niveau et acquis de bonnes habiletés dans le calcul différentiel et intégral, le calcul vectoriel, le traitement des fonctions algébriques, trigonométriques, exponentielles, logarithmiques et autres et la résolution de systèmes d'équations.

Il s'avère donc clair que l'analyse mathématique est tout à fait intégrée à l'étude des sujets traités et c'est dans cette voie que s'inscrivent les objectifs du cours de physique NYB.

Il y a cependant un écueil d'importance qu'il faut éviter à tout prix. Et nous citerons à ce sujet des commentaires recueillis par David Sénéchal du département de physique à l'université de Sherbrooke. Ils ressortent d'une rencontre informelle entre professeurs d'universités et de cégeps en mai 1994.

"En physique, la difficulté principale provient de la relation que font les étudiants entre, d'une part, les concepts et lois de la physique et, d'autre part, les expressions mathématiques qui les représentent. Les étudiants accordent une importance trop grande à l'aspect littéral de ces expressions, ce qui rend difficile l'application de ces concepts à des situations où la traduction en symboles mathématiques des données du problème n'est pas immédiate. Les activités dans lesquelles les étudiants n'ont qu'à substituer des nombres dans des formules évidentes sont donc à décourager, en comparaison de celles où ils doivent parcourir un chemin plus long et identifier les concepts et lois nécessaires à la résolution du problème."

À ce stade il doit être clair dans l'esprit de chacun que le fait de mémoriser des équations, des formules et même des définitions n'assure pas nécessairement une compréhension acceptable des notions fondamentales. Cette pratique tendancieuse a été maintes fois décriée par les professeurs du département. Il est à espérer qu'avec l'expérience les élèves auront appris à surmonter cet obstacle à l'acquisition d'une bonne compréhension des idées et des notions de physique et de leurs applications. C'est pourquoi des objectifs très spécifiques sont formulés, par chapitre, afin de guider les élèves dans leur cheminement et leur apprentissage.

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Que peut-on prédire au sujet d'un objet qu'on n'a jamais réussi à voir jusqu'à maintenant (un électron), qui se déplace dans une région de l'espace à laquelle on associe des lignes de force, un gradient de potentiel, un flux de champ électrostatique, des vecteurs surfaces et en présence d'un flux de champ magnétique variable? Tout un défi n'est-ce pas que de répondre à une telle question. L'électricité et le magnétisme sont des sujets d'étude très différents de la mécanique.

Celle-ci est plus "rassurante" avec ses poids, ses poulies, ses rails à coussin d'air, ses plans inclinés... Pour en arriver à "visualiser" malgré tout ce qui se passe à cette échelle infime où les phénomènes électromagnétiques se déroulent, il a fallu inventer des concepts, des modèles, tout un langage abstrait et quelque peu déroutant.

Se familiariser avec ce langage, acquérir la capacité d'en saisir les principaux concepts, de formuler et de comprendre des principes qui font appel à ces concepts et enfin appliquer les principes à l'analyse de

phénomènes et à la solution de problèmes d'électricité et de magnétisme constitue le premier objectif de ce cours.

La réalisation de cet objectif suppose un sérieux effort de concentration à cause de la nature abstraite du sujet. Elle suppose aussi un recours fréquent à une démarche qui laisse une large place à l'intuition. Celle-ci est absolument nécessaire pour échapper au mal de la "formulite". Derrière les formules il faut s'habituer à toujours voir les phénomènes. Comme le fait remarquer Richard Feynman, prix Nobel, "l'intelligence de la physique est une chose particulière tout à fait différente des mathématiques, mais absolument nécessaire à un physicien".

La matière étant assez vaste et son niveau assez élevé ce n'est que par un travail soutenu de semaine en semaine qu'on pourra retirer tout le profit académique et les satisfactions personnelles que devrait apporter la poursuite de cet objectif.

En cas de difficultés, les professeurs invite les élèves à venir les rencontrer. Ils supposeront cependant qu'un premier effort personnel a déjà été fait pour comprendre un concept, un principe ou pour résoudre un problème sur lequel on achoppe. C'est la seule façon d'en retirer un profit durable.

Le deuxième objectif porte sur les activités de laboratoire. Le support matériel des phénomènes électromagnétiques étant par nature insaisissable directement, l'observation dans ce domaine ne peut se faire que par l'intermédiaire de nombreux appareils (multimètres, oscilloscopes,...). Une familiarisation avec l'utilisation de ces appareils, la compilation claire des mesures et leur représentation graphique, le calcul des erreurs et la signification des résultats constituent les principaux objectifs poursuivis par la partie expérimentale de ce cours.

Enfin le troisième objectif, c'est l'acquisition des connaissances nécessaires à la poursuite des études en électromagnétisme. Vis-à-vis ce dernier objectif, on peut prendre assez de liberté puisque la véritable préparation est d'abord la réussite du premier objectif.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Les objectifs spécifiques du cours sont présentés de façon systématique et par chapitre sous la forme de guides. Ils sont annexés au plan de cours (annexe III). Il y aurait avantage à les insérer dans les notes de cours et les solutions d'exercices à titre d'introduction à chaque chapitre. Pour chacun des chapitres au programme on trouvera généralement :

- . les points essentiels qui seront couverts parmi ceux présentés au début de chaque chapitre par l'auteur du manuel.
- . les objectifs particuliers à atteindre en termes de définitions, descriptions, énoncés, démonstrations et applications qu'il faudra être capable de reproduire après en avoir acquis une bonne compréhension. Il s'agit de montrer qu'on maîtrise les concepts, les principes et les lois en s'aidant au besoin de figures, schémas et graphiques appropriés. Au sujet des démonstrations, on se servira au départ des hypothèses énoncées dans le chapitre concerné.
- . les thèmes et sujets particuliers des exercices et problèmes à résoudre.
- . les instruments mathématiques particuliers à maîtriser dans le chapitre, s'il y a lieu (ex. produit vectoriel, intégrale de ligne).
- . les sujets facultatifs abordés dans le livre et les encadrés suggérés.
- . les lectures complémentaires suggérées.

Dans le calendrier des activités on trouvera la liste des chapitres et des sections au programme, les numéros des exercices et des problèmes à résoudre, les dates d'examen proposées, le tout répertorié selon les semaines du calendrier scolaire.

Remarque

Au besoin on trouvera en annexes B et C du manuel les rappels mathématiques qui pourront être utiles, convenant au niveau mathématique proposé au cours de chaque chapitre.

MÉTHODOLOGIE

a) Notes sur le manuel et les cours

L'acquisition des connaissances fondamentales est la responsabilité première de chacun. Elle se fera à partir des activités, par la lecture du MANUEL et enfin par une participation active au cours.

Il s'agit donc "d'apprendre à apprendre", de consentir à étudier seul dans des bouquins et d'arriver à les comprendre et les maîtriser le mieux possible : cela requiert une méthode et bien sûr de l'habitude.

Dans sa préface et sous la rubrique "Notes aux étudiants" Raymond A. Serway, qui est l'auteur du manuel utilisé antérieurement (voir la bibliographie), insiste sur l'importance de la lecture.

"Une lecture attentive est indispensable et il faut se rappeler que rares sont ceux qui peuvent assimiler le contenu d'un texte scientifique dès la première lecture. Il est donc tout à fait normal que vous deviez relire certains passages à plusieurs reprises et recourir à vos notes de cours. Il s'avère bien que le premier outil didactique indispensable à l'acquisition de connaissances et de compétences soit bien le manuel¹.

De plus ***Physique animée***, un logiciel fonctionnant avec le système Windows (version 3.1, 95 et 98) sert de laboratoire virtuel pour illustrer ou résoudre plusieurs exercices typiques. Ce logiciel est inséré dans le manuel sous forme d'un CD-ROM.

Les cours seront axés sur des discussions, des problèmes, des remarques, des expériences et des exposés des parties les plus abstraites et mathématiques du volume. Les points particuliers qui posent un problème y seront abordés. Les questions en classe seront d'autant plus appréciées que, si elles sont opportunes, elles pourront souvent apporter des éclaircissements à tous les élèves. Cette façon de procéder (le couple manuel/cours) peut paraître ardue et exigeante mais elle permet d'acquérir très rapidement une maîtrise dans l'apprentissage de la matière pour autant qu'on persévère dans un cheminement personnel.

L'étude au jour le jour bien qu'elle exige une grande discipline personnelle est finalement la plus efficace! Après deux cours de physique, on peut espérer que tous les élèves en soient convaincus!

b) Méthode de solution d'un problème

L'acquisition de cette méthode est la responsabilité partagée du professeur et de l'élève. Sa réalisation doit se faire à partir de TEXTES SUR LA SOLUTION MODÈLE D'UN PROBLÈME DE PHYSIQUE ET PAR LA SOLUTION D'ABORD RECHERCHÉE INDIVIDUELLEMENT PUIS PRÉSENTÉE ET DISCUTÉE EN CLASSE de plusieurs problèmes choisis parmi ceux qui sont suggérés dans le calendrier des activités. Il va sans dire que LA RÉOLUTION DE CES PROBLÈMES CONSTITUE UNE EXCELLENTE PRÉPARATION AUX DIVERS TESTS DE CONTRÔLE.

¹ "Ouvrage didactique présentant sous un format maniable les notions essentielles d'une science, les connaissances exigées par un programme scolaire." (Petit Robert I - SNL - p. 1149 - 1977)

c) Activités hebdomadaires

Ces activités hebdomadaires sont généralement précisées dans le calendrier du plan de cours (voir annexe I) à l'exception des minitests. Il s'agit du contenu du cours établi en relation avec le manuel, des exercices et des problèmes recommandés, des sujets des activités au laboratoire, des examens prévus. Il est essentiel d'apprendre à appliquer les principes théoriques c'est pourquoi la résolution des exercices et des problèmes assignés est primordiale.

À l'occasion, il y aura des minitests d'une courte durée (10 minutes) proposés au début d'une période d'activités. Ils portent sur des définitions, des concepts et des applications simples sur les sujets abordés aux périodes précédentes.

Les examens (2 périodes) au nombre de quatre sont programmés dans le calendrier. En général l'élève devra prévoir :

- . une question sur les définitions, les concepts et la compréhension des lois étudiées;
- . une démonstration;
- . deux ou trois problèmes : la solution de chacun de ces problèmes devra toujours être accompagnée D'UN SCHÉMA APPROPRIÉ sur lequel apparaîtront TOUS LES SYMBOLES UTILISÉS au cours du déroulement de la solution. SI CETTE EXIGENCE N'EST PAS REMPLIE, LE PROBLÈME RISQUE DE NE PAS ÊTRE CORRIGÉ.

Les expériences de laboratoire se font par équipe de deux élèves (ou trois si les circonstances l'imposent) et font l'objet d'un rapport rédigé selon les indications du guide des travaux pratiques. Ce rapport est préparé par les membres de l'équipe. Le tableau des mesures et les graphiques sont rédigés à l'aide du chiffrier Microsoft Excel disponible au laboratoire.

Il y aura entre deux et quatre tests sur les activités de laboratoire, qui porteront sur la compréhension des principes et des procédés utilisés et la présentation des résultats (graphiques, etc.).

d) Charge de travail nécessaire pour la réussite de ce cours

Ce cours n'est pas un cours facile. Il exige un authentique effort de réflexion et d'organisation efficace du temps passé à étudier et à résoudre les problèmes suggérés. Ceci étant dit, il est très difficile d'estimer le temps requis pour réussir. C'est une affaire trop individuelle. L'annuaire officiel indique trois heures hebdomadaires de travail hors-cours; c'est un minimum dans la plupart des cas. Une chose est certaine, c'est qu'il ne faut pas laisser s'installer des zones d'incompréhension au niveau des concepts fondamentaux. Leur effet est cumulatif et on finit alors par ne plus savoir réellement ce qu'on fait même si par hasard on arrive quelquefois au bon résultat!

INSTRUMENTS DIDACTIQUES

- Calculatrice (scientifique).
- Règle en plastique transparent de 30 cm.
- Rapporteur d'angles (minimum 15 cm de diamètre).
- Disquette 31/2.

Ce matériel sera pratiquement utile à chaque cours et à chaque laboratoire.

MODALITÉS D'ÉVALUATION

L'évaluation est continue : il n'y a pas d'examen cumulatif. La note de passage est de 60%. La répartition des notes est la suivante :

Contenu théorique

Examens au nombre de quatre (4 X 17.5 points)	70 points
Minitests	5 points

Contenu expérimental

Rapports de laboratoire	15 points
Tests relatifs au laboratoire (administrés à l'occasion d'un examen ou en d'autre temps)	<u>10 points</u> 100 points

Règles particulières

Les attentes et exigences du département de physique sont précisées dans la politique d'évaluation des apprentissages incluse dans ce plan de cours (voir annexe II).

MANUELS À ACHETER

Physique II, Électricité et magnétisme, 3^e édition, Harris Benson, Les Éditions du Renouveau Pédagogique, 2004.

Guide des Sciences expérimentales, 3^e édition Gilles Boisclair et Jocelyne Pagé, Les Éditions du Renouveau Pédagogique, 2004.

Cahier de travail Électricité et magnétisme 203-NYB, Coopérative étudiante Lionel-Groulx.

BIBLIOGRAPHIE

Physique II, Électricité et magnétisme, Raymond A. Serway, Éditions Études Vivantes, 4^e édition, 1996.

Halliday, D., Resnick, R., Physique 2 Électricité et magnétisme, Chenelière/NcGraw-Hill, 2003.

Giancoli, Douglas C., Électricité et magnétisme, Centre Éducatif et Culturel inc., 1993.

P. Lussier, M. Destroismaisons, P. Issid, Physique 201, Éditions Études Vivantes.

Arès, Marcoux J., Électricité, Lidec, 1970.

Bernard Grenier, Électricité, Centre Éducatif et Culturel inc., 1973.

Marcel Benoît, Cours de physique à l'usage de l'enseignement collégial CEGEP, Électricité, Éd. Beauchemin.

Maurice Ravaille, Électrostatique, Électrocinétique, J.B. Baillièrè et fils, éd.

Marcello Alonso et Edward J. Finn, Physique générale, tome III :
Champs et Ondes, Éd. du Renouveau Pédagogique.

Périodiques

L'élève trouvera à la bibliothèque de nombreux périodiques scientifiques. Plusieurs d'entre eux traitent des développements récents en physique à un niveau qui est accessible. La lecture de ces revues scientifiques peut contribuer à éclairer sur l'activité scientifique dans divers domaines et ce faisant, aider dans la recherche d'une orientation définitive vers l'une des carrières scientifiques.

CALENDRIER DES ACTIVITÉS

Sem.	Matière à étudier	Exercices et problèmes suggérés	Laboratoire ou cours-laboratoire	Examen
1	Chapitre 1 : Électrostatique Sections 1.1 à 1.5	E : 1 à 6, 8, 10 à 12, 14, 16, 19 P : 2 à 4, 7, 10	Cours-labo : "Déplacement et équilibre des charges électriques"	
2	Chapitre 2 : Le champ électrique Sections 2.1 à 2.4	E : 1 à 5, 9 à 12, 15 à 19, 21 à 25, 27 à 29, 33, 34		
3	Sections 2.5 et 2.6 (seulement champ créé par un dipôle)	E : 35 à 38, 40, 41,46,47,50,54. P : 2, 4, 6, 7, 9, 12 et 13, 18		
4	Préparation à l'examen			1 ^{er} examen
5	Chapitre 3 : Le théorème de Gauss Sections 3.1 à 3.4 (sauf le texte en caractères bleus)	E : 1 à 3, 5, 7, 10 à 24, 26, 28, 30, 31 P : 1, 2, 4 à 6, 9,11		
6	Chapitre 4 : Le potentiel électrique Sections 4.1 à 4.4	E : 1 à 4, 11 à 13, 16 à 26, 28 à 31, 34 à 37, 43 à 46, 58, 60, 61. P : 2, 3, 5, 7	Cours-laboratoire: "Lignes équipotentielles"	

Sem.	Matière à étudier	Exercices et problèmes suggérés	Laboratoire ou cours-laboratoire	Examen
7	Fin du chapitre 4 Sections 4.5 et 4.6	E : 47 à 52 P : 8, 10, 11, 16	"Étude théorique du TRC" "Introduction au calcul d'incertitude" "Labo. : "Déviation des électrons dans un TRC"	
8	Préparation à l'examen			2 ^e examen
9	Chapitre 6 : "Courant et résistance" Sections 6.1 à 6.6 (sauf page 137)	E : 1, 3, 4, 5, 8, 9 à 12, 15, 17, 19, 21, 22, 26, 27, 29, 30, 33, 35 à 39 40,41(à faire dans 7.2) P : 3, 4, 5	"Résistances ohmiques et non-ohmiques"	
10	Chapitre 7 : "Les circuits à courant continu" Sections 7.1 à 7.4	E : 2, 3, 5, 9 à 12, 16,17 à 21, 25 à 29, 32, 34, 57 P : 2, 3	Laboratoire : "Lois de Kirchhoff"	
11	Chapitre 5 : "Condensateurs et diélectriques" Sections 5.1 à 5.3 et 5.5	E : 1, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 18 à 21, 26, 28 à 31, 33, 34, 36, 41 à 43 P : 5, 11	"Décharge et charge d'un condensateur"	
11	Chapitre 7 Section 7.5	Chapitre 7 : E : 35 à 39, 41, 43 P : 6, 9, 12, 13		
12	Préparation à l'examen			3 ^e examen

Sem.	Matière à étudier	Exercices et problèmes suggérés	Laboratoire ou cours-laboratoire	Examen
13	Chapitre 8 : Le champ magnétique Sections 8.1 à 8.3 et 8.5 à 8.7	E : 2 à 7, 9, 12 à 22, 28, 30, 31, 33, 36, 38, 39, 41, 42, 44, 47, 60, 63, 65, 66 P : 2, 6	Cours-laboratoire: "Force et champ magnétique"	
14	Chapitre 9 : Sources de champ magnétique Sections 9.1 à 9.4	E : 1 à 4, 6 à 10, 13 à 16, 18, 22 à 24, 28, 29, 30, 37, 38 P : 1, 4, 8	"Force magnétique entre deux conducteurs"	
15	Chapitre 10 : Induction électromagnétique Sections 10.1 à 10.4 et 10.7 à 10.8	E : 1 à 5, 9 à 11, 15, 17 P : 1, 2, 6, 8	Démonstrations expérimentales sur l'induction électromagnétique	
16	Semaine d'évaluation			4 ^e examen

POLITIQUE D'ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES DE LA DISCIPLINE PHYSIQUE

Article 1 : Introduction

- a) La présente politique s'applique à l'ensemble des cours de physique, tant ceux de l'enseignement régulier que ceux de l'éducation permanente et en accord avec la politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages au collège.
- b) Le plan d'étude d'un cours donné est préparé ou révisé en concertation par l'ensemble des professeurs ou professeures qui ont à le donner. Sauf dans le cas de situation extraordinaire, il n'y a pas de changement au plan d'étude.

Article 2 : Pondération des différents modes d'évaluation

- a) La note de passage est de 60 %.
- b) 70% à 80% des points sont accordés pour les examens et les mini-tests; 30% à 20% des points sont accordés pour les activités reliées au laboratoire (questions, contrôles, rapports).
- c) Un examen ne peut compter pour plus de 20% de la note finale.

Article 3 : Présence au cours et date de remise des travaux

- a) La présence au cours est obligatoire.
- b) Tout travail (rapport de laboratoire, exercices à remettre, etc...) doit être remis dans un délai d'une semaine. Il y a une pénalité de 20 % après ce délai. Après 7 jours de retard la note est 0.

Article 4 : Présence aux activités d'évaluation

- a) L'élève est tenu de se conformer à toute activité d'évaluation prévue au plan de cours (examen, minitest, laboratoire, etc...). L'absence à l'une ou l'autre de ces activités d'évaluation entraîne immédiatement la note zéro.
- b) Dans le cas d'une absence motivée par un motif raisonnable (cas de force majeure justifié par un document écrit; par exemple : deuil, hospitalisation, assignation en cour) l'activité peut être reprise à titre exceptionnel. L'élève doit prendre l'initiative de rencontrer son professeur afin de déterminer les modalités de reprise de l'activité d'évaluation.

Dans le cas d'une absence sans motif raisonnable à un examen, celui-ci est remplacé par un examen de synthèse (portant sur toute la matière) qui a lieu en fin de session.

- c) Toute activité de remplacement pourra être d'un degré de difficulté supérieur à celle remplacée.

Article 5 : Présentation des travaux

Le professeur donne aux élèves les informations et les consignes relatives à la présentation des travaux écrits. Un maximum de 10 % peut être alloué à la qualité de la présentation.

Tout travail peut être refusé s'il comporte des vices de présentation.

Article 6 : Qualité de la langue dans les travaux

La qualité de la langue est évaluée dans les travaux écrits (examens, rapports de laboratoire). Un maximum de 10 % peut être alloué à la qualité de la langue.

Article 7 : Plagiat

Tout plagiat, toute tentative de plagiat ou toute collaboration à un plagiat entraînent immédiatement la note zéro pour l'activité en cause. Toute autre tricherie (falsification, fausse représentation, etc...) entraîne également la note 0 pour l'activité.

Article 8 : Révision de note

Toute demande de révision de note est faite dans le cadre des modalités prévues à la politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages. Voir ci-dessous l'article 5.6.3 de la politique institutionnelle d'évaluation des apprentissages :

5.6.3 Procédure de révision de la note finale

L'étudiant ou l'étudiante qui désire une révision de sa note finale fait une demande écrite de révision adressée à son enseignant ou enseignante qui doit répondre par écrit dans les dix jours suivant la réception de la demande.

Dans le cas d'insatisfaction, l'étudiant ou l'étudiante peut soumettre par écrit son cas au coordonnateur ou à la coordonnatrice de département. Ce dernier ou cette dernière verra à former un comité de révision de note en conformité avec les règles convenues au Collège.

La décision du comité de révision est finale et sans appel.

Cette procédure doit s'amorcer dans la période entre la réception du bulletin et le début de la session suivante.

Le Collège indique dans le bulletin de l'étudiant ou de l'étudiante l'échéance pour modifier le résultat scolaire d'une session donnée.

COLLÈGE LIONEL-GROULX
PHYSIQUE NYB

CHAPITRE 1

(1) Points essentiels:

- . Les propriétés de la charge électrique. Sa conservation et sa quantification.
- . La différence entre conducteurs et isolants.
- . La loi de Coulomb: la force entre des charges statiques, ponctuelles.
- . Le principe de superposition: la force s'exerçant entre deux particules n'est pas modifiée par la présence d'autres particules.

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir:

- . la loi de Coulomb

comprendre, énoncer ou appliquer

- . la différence entre conducteurs et isolants
- . le phénomène de charge par induction
- . la loi de Coulomb
- . le principe de superposition
- . l'électroscope à feuilles

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs à:

- . la force électrostatique entre deux charges ponctuelles
- . la force résultante agissant sur une charge ponctuelle en fonction de la position de plusieurs autres charges ponctuelles (étude qualitative et quantitative)
- . vérification par développement série (soit celui du binôme de Newton) de la force exercée par des charges à grande distance.

(4) Instruments mathématiques particuliers:

- . Somme de vecteurs par la méthode analytique (composantes)
- . Binôme de Newton et son développement série

CHAPITRE 2

(1) Points essentiels:

- . La notion de champ électrique sert à décrire la manière dont les charges interagissent.
- . L'utilisation des lignes de force pour représenter le champ.
- . Dans des conditions statiques: (a) Le champ électrique à l'intérieur d'un conducteur est nul. (b) Le champ électrique est perpendiculaire à la surface du conducteur.
- . Les charges en mouvement dans un champ électrique uniforme.
- . Les dipôles: Le champ créé par un dipôle.

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir:

- . le vecteur champ électrique

comprendre, énoncer et appliquer

- . la représentation du champ électrique par des lignes de champ
- . le champ électrique et les conducteurs
- . le déplacement d'une particule chargée dans un champ électrique
- . la présence d'un champ électrique en un point de l'espace dû à la présence de charge(s) ponctuelle(s)
- . la présence d'un champ électrique en un point de l'espace dû à la présence d'une distribution de charge continue

démontrer

- . le champ produit par une tige isolante chargée de longueur L en un point situé sur l'axe de la tige
- . le champ produit par une tige infinie chargée en un point situé à une distance R de la tige
- . le champ produit par un disque chargé en un point situé sur l'axe central du disque

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs à:

- . champ électrique dû à des charges ponctuelles
- . champ électrique dû à des distributions de charges continues.
- . Déplacement d'une particule chargée en présence d'un champ électrique uniforme.
- . Tracer les lignes du champ électrique pour un système de charges.
- . Tracé qualitatif du graphique du champ électrique de plusieurs charges en fonction de la position.

(4) Instruments mathématiques particuliers:

- . Différentielle et calcul d'intégrales définies (bornées)
- . Binôme de Newton et son développement série.

CHAPITRE 3

(1) Points essentiels:

- . La notion de flux électrique
- . Le théorème de Gauss
- . Charge nette sur un conducteur en équilibre électrostatique

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir, formuler, illustrer

- . flux électrique
- . Le vecteur $d\vec{A}$
- . théorème de Gauss

démontrer

- . le théorème de Gauss à partir de la notion de flux et de la loi de Coulomb (p. 56)
- . pourquoi toute charge nette sur un conducteur est située sur sa surface

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs aux calculs de:

- . charge sur une coquille sphérique métallique en fonction de la charge intérieure.
- . flux à travers des surfaces ouvertes
- . flux à travers des surfaces fermées
- . champs à l'extérieur et à l'intérieur d'une sphère, d'une coquille et d'un cylindre (conducteur et non conducteur)
- . champs à proximité d'une plaque, d'une tige, un câble coaxial (intérieur et extérieur)

(4) Instruments mathématiques particuliers:

- . Définition d'un élément de surface $d\vec{A}$ et calcul d'intégrale de surface $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$.

CHAPITRE 4

(1) Points essentiels:

- . La définition du potentiel électrique
- . Le calcul du potentiel électrique à partir du champ électrique
- . Le calcul du champ électrique à partir du potentiel électrique
- . L'énergie potentielle électrostatique de charges ponctuelles.
- . Les lignes du champ électrique sont perpendiculaires aux surfaces équipotentielles et orientées dans le sens des potentiels décroissant

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir, formuler, illustrer au besoin

- . le potentiel électrique
- . l'énergie potentielle électrique à partir du potentiel électrique
- . les "lignes" équipotentielles d'une configuration de charges
- . les lignes de champ électrique à partir d'équipotentielles
- . l'unité eV (électron-Volt)

comprendre, énoncer ou appliquer

- . la relation entre le potentiel électrique et l'énergie potentielle électrique
- . la relation entre le potentiel électrique et le travail
- . le principe de superposition du potentiel électrique
- . la relation d'orthogonalité entre les surfaces équipotentielles et les lignes de champ électrique
- . le potentiel électrique et un conducteur

démontrer

- . la relation d'orthogonalité entre les surfaces équipotentielles et les lignes de champ électrique
- . le potentiel et l'énergie potentielle électrique dans un champ uniforme
- . le potentiel et l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle
- . le potentiel et l'énergie potentielle électrique d'une distribution continue de charges

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs aux calculs de:

- . variations de l'énergie potentielle électrique et de l'énergie cinétique d'une particule chargée se déplaçant dans un champ électrique quelconque
- . calcul du potentiel électrique associé à une distribution discrète ou continue de charges
- . déterminer le champ électrique à partir du potentiel électrique
- . déterminer la différence de potentiel électrique à partir du champ électrique
- . potentiel électrique d'un conducteur

(4) Instruments mathématiques particuliers:

- . L'intégrale de ligne

CHAPITRE 5

(1) Points essentiels:

- . La définition de la capacité
- . Les associations de condensateurs en série et en parallèle
- . L'énergie emmagasinée dans un condensateur
La densité d'énergie du champ électrique
- . Les effets produits par l'introduction d'un diélectrique dans un condensateur

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir, formuler ou illustrer

- . la définition de la capacité
- . les règles d'association de condensateurs en série et en parallèle
- . l'énergie emmagasinée dans un condensateur
- . un schéma d'association de condensateurs

énoncer ou appliquer

- . la définition de la capacité
- . les règles d'association de condensateurs en série et en parallèle
- . l'énergie emmagasinée dans un condensateur

démontrer

- . la capacité d'un condensateur plan
- . la capacité d'une sphère isolée
- . la capacité d'un condensateur sphérique
- . la capacité d'un condensateur cylindrique
- . les règles d'association de condensateurs en série et en parallèle
- . l'énergie emmagasinée dans un condensateur

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs aux calculs de:

- . la capacité d'un condensateur
- . de l'association de condensateurs en série, en parallèle et de façon quelconque
- . l'énergie emmagasinée dans un condensateur
- . combinaison de deux condensateurs initialement chargés en série ou en parallèle

(4) Lire les sections 5.4 et 5.6

- . la section traitant de la densité d'énergie du champ électrique
- . la description atomique des diélectriques

CHAPITRE 6

(1) Points essentiels:

- . La définition du courant et de la densité de courant électrique
La nature du courant électrique circulant dans un fil
- . La définition de la résistivité
La définition de la résistance; sa relation avec la résistivité
- . La loi d'Ohm. Ses limites d'application

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir, formuler ou illustrer

- . la définition du courant électrique
- . la définition de la densité de courant électrique et la vitesse de dérive
- . la conductivité, la résistivité, la résistance et le lien les reliant
- . la loi d'Ohm (sous ses deux formes)
- . un matériau ohmique et non-ohmique
- . la puissance électrique
- . l'unité : le kilowattheure (kwh)

énoncer ou appliquer

- . la définition du courant électrique
- . la loi d'Ohm
- . la puissance électrique
- . l'effet Joule

démontrer

- . la puissance électrique dissipée dans une résistance R
- . le courant en fonction de la vitesse de dérive (v_d)

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs aux calculs de:

- . la densité de courant et du courant
- . la résistivité (conductivité) et de la résistance
- . la loi d'Ohm
- . la puissance
- . évaluer la résistance interne d'une pile reliée à un circuit.
- . calcul d'une résistance à partir d'un élément de résistance $dR = \frac{\rho dl}{A}$

CHAPITRE 7

(1) Points essentiels:

- . La définition de la f.é.m. La distinction entre la f.é.m. et la différence de potentiel.
- . La loi des noeuds et la loi des mailles de Kirchhoff.
- . Les associations de résistances en série et en parallèle.
- . La variation de charge et de différence de potentiel dans les circuits RC.

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir:

- . fém
- . circuit RC, constante de temps

comprendre, énoncer et appliquer

- . distinction entre fém et différence de potentiel
- . loi de Kirchhoff (loi des nœuds et loi des mailles)
- . fonctionnement des circuits RC
 - . décharge et charge
 - . interpréter les graphes $q(t)$ et $I(t)$
- . rôle de l'ampèremètre et du voltmètre et la façon de les relier à un circuit

démontrer

- . les 2 lois d'association des résistances
- . l'expression de la charge en fonction du temps dans un circuit RC
- . l'expression de l'intensité du courant en fonction du temps (on résout les équations différentielles simples)

(3) Résoudre des exercices et des problèmes relatifs à

- . résistance interne
- . f.é.m.
- . différence de potentiel entre deux points d'un circuit
- . puissance dissipée
- . intensité des courants dans les mailles d'un circuit
- . courants de charges, calcul des charges accumulées (RC)
- . la constante de temps dans un circuit RC
- . la demi-vie

Lecture complémentaire suggérée (section 7.6)

L'utilisation du galvanomètre

CHAPITRE 8

(1) Points essentiels:

- . Description d'un champ magnétique.
- . Dans un champ magnétique on définit en trois étapes la force magnétique agissant sur une charge en mouvement, sur un élément de courant et le moment de force sur une boucle de courant.
- . Le mouvement des particules chargées dans des champs magnétiques.

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir (avec figure appropriée):

- . force magnétique sur une particule chargée en mouvement
- . force magnétique sur un courant
- . force magnétique sur un élément de courant
- . force de Lorentz

démontrer

- . comment à partir de $d\vec{F}$ calculer la somme vectorielle (intégrale) des forces sur tous les éléments d'un conducteur en forme de demi boucle et de boucle
- . comment formuler le moment de force (couple) sur une boucle de courant
- . les expressions qui permettent de calculer le rayon, la période et la fréquence d'une particule chargée en mouvement circulaire dans un champ magnétique
- . pourquoi la force magnétique ne peut changer l'énergie cinétique d'une particule chargée

comprendre, décrire, schématiser et formuler au besoin le

- . principe de fonctionnement du sélecteur de vitesse, du spectromètre de masse et du cyclotron

(3) Résoudre des exercices et des problèmes de niveau I relatifs à:

- . calcul des forces magnétiques sur des charges et des courants (de géométrie simple)
- . moment de force sur une boucle
- . calcul des valeurs caractéristiques des particules chargées en mouvement dans des champs magnétiques, telles que v , R , T , f , p , K , m/q (ex 44)
- . évaluer des champs et des différences de potentiel (ex 41) associés aux appareils mentionnés

(4) Sujets facultatifs (à être confirmés ou non)

- . définition du moment magnétique dipolaire et de l'énergie potentielle d'un dipôle magnétique
- . mouvement hélicoïdal (ceintures de Van Allen)

(5) Lectures complémentaires suggérées

Le principe du fonctionnement du galvanomètre (section 8.4)
L'effet Hall (section 8.8)
Le moteur électrique (aperçu historique)

CHAPITRE 9

(1) Points essentiels:

- . Champ magnétique produit par un long fil conducteur rectiligne.
- . Force magnétique entre deux fils parcourus par un courant.
- . Loi de Biot-Savart: champ magnétique créé par un élément de courant infinitésimal.
- . Théorème d'Ampère.

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir (et formuler):

- . champ magnétique créé par un long fil conducteur rectiligne
- . théorème d'Ampère

démontrer

- . à partir d'une figure, l'expression de la force magnétique entre deux fils conducteurs
- . à partir du théorème d'Ampère trouver les expressions du champ magnétique:
 - . dans le voisinage d'un conducteur rectiligne infini
 - . d'un solénoïde infini idéal
 - . d'une bobine toroïdale

(3) Résoudre des exercices relatifs aux calculs de:

- . forces sur des fils conducteurs
- . champ magnétique dans une boucle, dans un solénoïde à l'intérieur ou à l'extérieur d'un fil, dans une bobine toroïdale
- . calcul du champ magnétique à partir du théorème d'Ampère (plan de courant infini)

(4) . Application de la loi de Biot-Savart (formules 9-6 et 9-7)

(5) Lecture facultative

- . Le champ magnétique terrestre (sujet connexe)

CHAPITRE 10

(1) Points essentiels:

- . La production d'une f.é.m. induite.
- . La loi de Faraday donne la relation entre la f.é.m. induite dans un circuit fermé et le taux de variation du flux magnétique traversant le circuit.
- . La loi de Lenz sert à déterminer le sens de la f.é.m. induite.
- . les champs électriques induits associés aux champs magnétiques variables dans le temps.
- . La f.é.m. induite dans un conducteur en mouvement, produite par le mouvement d'un circuit dans un champ magnétique.

(2) Objectifs particuliers à atteindre (être capable de...)

définir, formuler (et illustrer d'un schéma au besoin):

- . flux magnétique dans un champ magnétique
- . f.é.m. induite: énoncé de Faraday et loi de Faraday
- . loi de Lenz
- . f.é.m. induite dans un conducteur en mouvement

démontrer

- . la relation entre le champ électrique induit et la loi de Faraday
- . le champ électrique induit à l'extérieur et à l'intérieur d'un solénoïde
- . la f.é.m. induite dans un conducteur en mouvement

expliquer brièvement (figures) l'origine des courants de Foucault

(3) Résoudre des exercices relatifs aux calculs de:

- . flux et variation de flux magnétique
- . f.é.m. induite dans des cas simples
- . direction et sens des courants induits
- . force exercée sur les courants induits dans une tige et force externe à exercer pour maintenir la vitesse constante de la tige

(4) Lecture et étude facultatives

- . Un coup d'oeil aux équations de Maxwell (p. 370)

Page	
16	E14, lire $x = 4,0 \text{ m}$.
106	P3 (b) lire « en incluant les 12 deuxièmes voisins »
112	remplacer $Q=\epsilon_0\Delta V/d$ par $Q=\epsilon_0\Delta VA/d$.
235	E22 :remplacer « perpendiculaires » par « parallèles ».
303	E9 laisser 10 ms dans le texte de l'exercice
409	E14(b) : $x = - 2,00\text{m}$
410	Ch2. E46(b) $(1,41\vec{i} + 4,25\vec{j}) \text{ N/C}$
410	Ch3. E18(b) $\frac{\sigma(b-a)}{\epsilon_0 r}$
410	Ch3. E22(b) $\frac{\sigma(b^2 - a^2)}{\epsilon_0 r^2}$
411	P1(a) $\frac{\rho r}{3\epsilon_0}$
412	Ch. 4, P3 (b) $2,03 \times 10^{-18} \text{ J}$
414	Ch. 7, E57 : $I_1=47,9\text{mA}$, $I_2=60,8\text{mA}$, $I_3=108,7\text{mA}$.
415	Ch.8, E6 (b) ou $29,5^\circ$ par rapport à l'axe - x.
416	Ch10, E9 (b) $98,2\text{mV}$.