

Statut provincial: 203-NYA

pondération: 3-2-3
bloc obligatoire

Session: été 2011

préalables : 054-534
Mat NYA (PR)

Mécanique

Dans les pages qui suivent, il sera question de

	PAGE
1. Objet du cours et sa place dans le programme	2
2. Objectifs généraux.....	2
3. Contenu.....	4
4. Méthodologie.....	7
5. Évaluation.....	9
6. Présence aux cours et laboratoires.....	9
7. Récupération.....	10
8. Politique de la langue et écriture mathématique.....	10
9. Plagiat.....	10
10. Échéances.....	10
11. Recours.....	10
12. Bibliographie.....	11
13. Complément au plan d'étude.....	12
14. Politique d'absence aux examens.....	13

Professeur: (soir) Denis Carignan

Local :D-5625

poste 4710

1. Objet du cours et sa place dans le programme

Le cours *Mécanique* est le premier cours de physique du programme en Sciences de la nature. Ce cours traite des grandes lois qui régissent le mouvement des corps à l'échelle macroscopique, des grands principes de conservation et il initie l'étudiant à la méthode scientifique. La compréhension des lois et principes de la mécanique est une base essentielle aux sujets d'étude des deux autres cours obligatoires qui traitent de l'électromagnétisme, de l'optique, des ondes et de la physique moderne. Au laboratoire l'étudiant se familiarise avec la méthode expérimentale et apprend à rédiger un rapport d'expérience complet.

Dans la présentation de la matière, l'accent est mis sur la compréhension des concepts physiques tout en tenant compte de la formation en mathématiques des étudiants. De manière générale, le cours *Mécanique* contribue à la formation fondamentale de l'étudiant en favorisant le développement de ses habiletés intellectuelles dont l'esprit critique et la capacité d'analyse et de synthèse.

A titre de préalables incontournables en mathématiques, l'étudiant qui suit ce cours doit être en mesure de poser des équations du premier ou du second degré, de résoudre un système simple d'équations du premier degré ou une équation du second degré, d'utiliser les relations trigonométriques du triangle rectangle et de se servir des bases de la géométrie plane. À titre de prérequis en physique, l'étudiant doit connaître les notions élémentaires de cinématique et de dynamique.

Certains thèmes ont été retenus pour permettre aux étudiants qui s'orientent vers les sciences pures d'obtenir une meilleure préparation pour leurs cours de niveau universitaire. Les contenus de ces thèmes sont identifiés en petits caractères dans la section 3.

2. Objectifs généraux

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

- connaître, comprendre et savoir appliquer les grandes lois de la mécanique et, en particulier, les grands principes de conservation;
- connaître et utiliser correctement la terminologie, le symbolisme et les conventions propres à la physique;
- connaître les principales définitions en précisant la signification de tous les symboles utilisés;
- connaître les formules les plus importantes de la mécanique et juger des contraintes et limites de leur applicabilité;
- connaître les unités du système international (SI): identifier l'unité de base appropriée dans le SI pour chaque notion rencontrée, effectuer des conversions en unités de base du SI et savoir faire l'analyse dimensionnelle d'une équation;
- connaître les bases du calcul vectoriel nécessaires pour résoudre des problèmes de mécanique;

- connaître les techniques expérimentales de base en physique et comprendre les buts, les méthodes et les limites d'un protocole proposé;
- 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 de mécanique 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 de mécanique en le décomposant en une suite de questions intermédiaires, en utilisant une démarche cohérente et logique et les techniques mathématiques appropriées;
- effectuer une démarche expérimentale et rédiger un rapport de laboratoire;
- utiliser adéquatement certains instruments de mesure dans un laboratoire de physique;
- présenter des rapports de laboratoire concis et conformes aux exigences établies, rédigés dans un français correct, clair et précis;
- intégrer les apprentissages en mathématiques au cours de physique;
- faire le transfert de ses connaissances des lois de la physique 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

Notez que le nombre de périodes inscrit est une approximation du temps réel alloué.

Cinématique et vecteurs

(15 périodes)

L'étudiant doit pouvoir...

Vecteurs	• donner les caractéristiques d'un vecteur dans un plan (grandeur et orientation) et le représenter au moyen de ses composantes scalaires • différencier un scalaire d'un vecteur et en donner des exemples • par une méthode graphique, effectuer l'addition de plusieurs vecteurs, la soustraction de deux vecteurs et la multiplication d'un vecteur par un scalaire • obtenir les composantes scalaires d'un vecteur et utiliser la notation des vecteurs unitaires $\vec{i}$ et $\vec{j}$ pour représenter ledit vecteur • obtenir la grandeur et l'orientation d'un vecteur à partir de ses composantes scalaires • effectuer l'addition algébrique des vecteurs et la multiplication d'un vecteur par un scalaire
Mouvement rectiligne	• donner la définition du produit scalaire et l'évaluer • définir position, déplacement, vitesse et accélération (moyennes et instantanées) d'une particule et interpréter les signes associés • donner l'interprétation géométrique de la vitesse sur un graphique position-temps et de l'accélération sur un graphique vitesse-temps • obtenir le déplacement à partir d'un graphique vitesse-temps et le changement de vitesse à partir d'un graphique accélération-temps • énoncer les équations du mouvement uniforme et celles du mouvement uniformément accéléré et les appliquer lors de mouvements combinés • obtenir, en dérivant, la vitesse à partir de la position et l'accélération à partir de la vitesse • obtenir, par intégration, le déplacement et la position à partir de la vitesse et la vitesse à partir de l'accélération
Mouvement dans le plan	• donner les définitions vectorielles de la position, du déplacement, de la vitesse et de l'accélération • analyser un mouvement dans le plan en exprimant les vecteurs sous la forme de leurs composantes cartésiennes (notation $\vec{i}$ et $\vec{j}$) et en appliquant les techniques développées pour le mouvement rectiligne (dérivation et intégration) selon chaque axe • résoudre les problèmes de mouvement uniformément accéléré en deux dimensions • résoudre les problèmes de projectiles ayant une vitesse initiale quelconque • donner les définitions des composantes tangentielle et radiale de l'accélération associée à un mouvement sur une trajectoire courbe et les appliquer • analyser un mouvement relatif
Cinématique de rotation	• définir position, vitesse et accélération angulaires • obtenir la vitesse angulaire en dérivant l'expression de la position angulaire et l'accélération angulaire en dérivant l'expression de la vitesse angulaire • obtenir, par intégration, la position angulaire à partir de la vitesse angulaire et la vitesse angulaire à partir de l'accélération angulaire • donner et utiliser les relations entre les variables angulaires et linéaires du mouvement circulaire • donner et appliquer les équations des mouvements circulaires uniforme et uniformément accéléré

Dynamique

(15 périodes)

L'étudiant doit pouvoir...

Lois de Newton	· énoncer les trois lois de Newton et les interpréter correctement dans ses propres mots · identifier les forces, de contact et à distance, qui s'exercent sur un corps · identifier la réaction à toute force · différencier forces internes et forces externes agissant sur un système
Forces particulières	· exprimer le poids d'un objet à la surface de la terre en fonction de sa masse et du champ gravitationnel (g) où il est situé · différencier masse et poids · formuler la loi d'attraction gravitationnelle et en déduire la valeur de g à la surface de la terre et sur d'autres planètes · résoudre des problèmes en une dimension quand les forces sont des fonctions simples $F(t)$, $F(x)$ et $F(v)$ · énoncer la loi de Hooke, reliant l'étirement ou la compression d'un ressort à la force appliquée
Face à un problème de dynamique	· énoncer et appliquer les lois du frottement sec (statique et cinétique) · identifier le(s) corps sur le(s)quels appliquer $\vec{F} = m\vec{a}$ · identifier les forces externes exercées sur le système choisi · représenter les forces externes en situant correctement leurs points d'application sur le système isolé · dans le cas d'un mouvement rectiligne ou d'un mouvement circulaire uniforme, choisir le système d'axes adéquat pour résoudre le problème et décomposer les forces sur ces axes. · appliquer $\vec{F} = m\vec{a}$, sur chaque axe si nécessaire, et résoudre

Dynamique de rotation et équilibre statique

(10 périodes)

L'étudiant doit pouvoir...

Dynamique de rotation	· donner, interpréter et appliquer la définition du moment de force · exprimer le moment de force sous la forme d'un produit vectoriel · donner et interpréter la définition du moment d'inertie · calculer le moment d'inertie d'un système de particules · calculer le moment d'inertie d'un corps étendu de géométrie simple par intégration · énoncer la loi dynamique de la rotation et l'appliquer à des problèmes de corps tournant autour d'un axe fixe
Centre de masse	· définir et le calculer dans des cas simples
Équilibre statique	· donner la signification du centre de gravité d'un corps et savoir le localiser pour des corps homogènes symétriques dans un champ gravitationnel uniforme · énoncer les conditions de l'équilibre statique d'un corps rigide · appliquer ces conditions et résoudre des problèmes d'équilibre statique en deux dimensions · différencier les situations d'équilibre : stable, instable et indifférent

Travail et énergie

(10 périodes)

L'étudiant doit pouvoir...

Travail	· définir le travail d'une force constante lors d'un mouvement rectiligne et interpréter les signes associés · définir le travail de plusieurs forces constantes simultanées · obtenir le travail à partir d'un graphique force-déplacement · différencier forces conservatives et forces non conservatives · exprimer le travail sous la forme d'un produit scalaire · définir sous forme d'intégrale le travail effectué par une force variable sur un parcours quelconque et interpréter les différents termes de l'intégrale · appliquer cette intégrale à la force gravitationnelle et démontrer que cette force est conservative · calculer par intégration le travail fait par un ressort et montrer que la force exercée par le ressort est conservative · donner l'expression pour le travail associé à un moment de force et le calculer
Énergie et puissance	· définir l'énergie cinétique · définir l'énergie cinétique de rotation d'un corps · énoncer le théorème de l'énergie cinétique · définir l'énergie potentielle gravitationnelle pour un champ constant et interpréter le signe associé en fonction du zéro choisi · définir l'énergie potentielle élastique
Énergie et puissance (suite)	· donner la relation entre le travail fait par les forces non conservatives et les variations d'énergie potentielles et cinétique · définir l'énergie mécanique d'un corps et donner la condition de conservation de cette énergie · expliquer la notion généralisée de l'énergie et énoncer le grand principe de conservation de l'énergie · définir la puissance moyenne et la puissance instantanée · définir la puissance développée par une force · obtenir le travail à partir d'un graphique puissance-temps · résoudre un problème en faisant un bilan énergétique

Quantité de mouvement

(8 périodes)

L'étudiant doit pouvoir...

Impulsion et quantité de mouvement	· définir l'impulsion associée à l'action d'une force · définir et calculer la quantité de mouvement d'un corps ainsi que celle d'un système de plusieurs corps · reconnaître la nature vectorielle de la quantité de mouvement · donner et appliquer la relation entre l'impulsion et la variation de la quantité de mouvement
------------------------------------	---

	- expliquer ce qu'on entend par un système isolé et par un système quasi-isolé - énoncer le principe de conservation de la quantité de mouvement - appliquer le principe de conservation de la quantité de mouvement à des problèmes d'explosions et de collisions (élastiques et inélastiques) en deux dimensions - résoudre des problèmes qui requièrent en même temps l'application des notions d'énergie et de conservation de la quantité de mouvement
Moment cinétique	- donner la définition du moment cinétique d'un corps rigide qui tourne autour d'un axe et le calculer - énoncer le principe de conservation du moment cinétique - donner des exemples de la vie courante qui illustrent le principe de conservation du moment cinétique - résoudre des problèmes de corps rigides en rotation qui requièrent l'application des notions d'énergie et de conservation du moment cinétique

Synthèse

(5 périodes)

L'étudiant doit pouvoir...

- résoudre des problèmes qui comportent plusieurs étapes et qui requièrent l'application des notions les plus importantes vues dans le cours

Expériences de laboratoire

(12 périodes)

Face à un phénomène physique simple l'étudiant doit pouvoir...

- identifier les variables qui influencent le phénomène
- appliquer un protocole expérimental qui permet d'étudier chacune des variables isolément
- analyser les résultats expérimentaux et trouver, graphiques à l'appui, la relation mathématique qui décrit l'influence de chaque variable
- trouver la loi générale qui décrit le phénomène
- rédiger un rapport complet de laboratoire

Remarque

Les expériences mentionnées sont sujettes à des modifications éventuelles.

Sujets de laboratoire	L'étudiant
Détermination de fonctions	apprend à reconnaître et à vérifier graphiquement, par transformation de variable, la fonction mathématique correspondant à un tableau de données lorsque celle-ci a la forme d'un monôme $y = ax^n$, n étant un entier ou une fraction simple
Corde vibrante	obtient, à partir d'une simulation d'expérience sur ordinateur, la fréquence de vibration d'une corde en fonction de la longueur, de la tension et de la densité linéaire de la corde
Cinématique graphique	apprend, en se servant du logiciel Physique animée, à analyser graphiquement la dérivée (par la pente de la tangente à la courbe) et l'intégration (par la surface sous la courbe)
Mouvement circulaire	obtient la deuxième loi de Newton dans le cas d'un mouvement circulaire
Super manège et équilibre de rotation	étudie le mouvement d'une balle se déplaçant d'abord sur une boucle circulaire puis en chute libre et découvre la notion de moment de force et trouve expérimentalement la condition d'équilibre de rotation ainsi que la relation donnant la position du centre de masse d'un ensemble de masses

Laboratoire synthèse	• applique la méthode expérimentale développée au laboratoire et les différentes lois et principes vus en classe afin d'analyser le mouvement d'un système complexe comportant plusieurs variables
----------------------	--

Remarques:

Les expériences mentionnées sont sujettes à des modifications éventuelles.

Les étudiants doivent se procurer le cahier de laboratoire de physique, comprenant des directives sur la rédaction des rapports.

4. Méthodologie

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. Certains professeurs exposent totalement la théorie en classe par des cours de type magistral, tandis que d'autres demandent aux étudiants d'arriver en classe en ayant déjà lu certaines sections du manuel à la maison. D'autres méthodes et des chevauchements de ces méthodes peuvent être utilisés occasionnellement. Quelle que soit la méthode employée, 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 la compréhension de la théorie.

Le travail régulier étant une des conditions essentielles de la réussite, chaque semaine le professeur indique aux étudiants un certain nombre de problèmes à faire à la maison. Les professeurs peuvent s'assurer de la participation régulière des étudiants en faisant passer des tests de participation durant les cours, en exigeant la remise de devoirs ou de feuilles de préparation aux cours; ces travaux peuvent donc faire l'objet d'une évaluation sommative. L'étudiant doit consulter le *complément au plan d'études*, à la fin de ce texte, pour connaître la méthodologie particulière du professeur.

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 à l'horaire. Toute absence non justifiée à un laboratoire entraîne une note zéro pour ce laboratoire.
- Tous les étudiants rédigent seuls le premier rapport, celui de *Détermination de fonctions*. Pour les rapports communs, il y a un seul rapport par équipe et la note va aux deux étudiants.

- Les rapports de laboratoire doivent être remis **une semaine** après la séance de laboratoire (au début de la période normalement réservée pour ces séances). Bien entendu les deux partenaires d'une même équipe sont conjointement responsables de la remise des rapports de laboratoire. Les rapports qui nécessitent une analyse avec tracés de graphiques doivent être conformes aux règles établies dans le cahier de 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.

5. Évaluation

Le barème de la session se répartit comme suit:

- théorie: 80%
- laboratoires 20%

Le pourcentage alloué à la théorie inclut aussi bien les notes de participation et des devoirs que celles attribuées aux 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, en cours de session, ayant une durée de 50 minutes ou de 1 heure 50 minutes,
- l'examen final, dont une partie est récapitulative.

L'étudiant trouvera les détails de l'évaluation sommative dans la *feuille de route* fournie par son professeur au début de la session.

Le département de physique a adopté la politique suivante pour les étudiants qui ont précédemment échoué le cours au collège de Maisonneuve et qui le reprennent: tout étudiant qui a obtenu une note cumulative au laboratoire de 70% (ou davantage) peut être exempté de reprendre les laboratoires s'il en fait la demande **en début de session**; l'ancienne note de laboratoire est alors reportée pour la session courante.

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.

6. Présence aux cours et laboratoires

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*** (voir "Politique d'absence aux examens" en annexe).

Durant une session de cours d'été, l'horaire de laboratoire ne permet pas de reprise en cas d'absence.

7. Récupération

Cours théoriques

Dans le cas d'une absence justifiée, la récupération se fait à partir des indications du professeur. Dans le cas d'une absence non justifiée, l'étudiant devra récupérer par ses propres moyens.

Contrôles et laboratoires

Les absences non motivées entraînent pour l'étudiant la note zéro. Une absence à un contrôle ou à une séance de laboratoire doit être justifiée par l'étudiant auprès de son professeur et les raisons de son absence doivent être acceptées par ce dernier. C'est le professeur qui décide, s'il y a lieu, de la date de reprise du contrôle. Un étudiant qui peut prévoir une absence est tenu d'en avertir son professeur le plus tôt possible et un étudiant qui a été absent doit aussi rencontrer son professeur le plus tôt possible.

L'horaire des cours d'été empêche toute possibilité de reprise de laboratoire en cas d'absence.

8. Politique de la langue et écriture mathématique

La politique de la langue au département de Physique est celle en vigueur au Collège de Maisonneuve.

Pour les travaux et contrôles, une attention particulière est apportée à l'écriture mathématique. Cet aspect est objet à évaluation par tous les professeurs de physique.

9. Plagiat

Le plagiat en tout ou en partie entraîne la note zéro. La participation ou collaboration au plagiat entraîne également la note zéro.

10. Échéances

Le professeur rendra normalement les copies d'examen corrigées dans la semaine suivant le contrôle. La remise des rapports de laboratoire corrigés se fait normalement à la séance de laboratoire suivante. 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.

11. Recours

En cas de problème l'étudiant dispose de certains recours, présentés dans la dernière édition du cahier *Les Règles du Jeu*.

Au département de physique, la précision suivante doit être ajoutée à la procédure de révision de notes.

Le comité de révision est composé de trois membres du département:

- le R.C.D.,
- un professeur désigné par l'étudiant,
- un professeur désigné par le professeur de l'étudiant.

12. Bibliographie

SÉGUIN, Marc. Physique XXI. Tome A.Mécanique. Montréal. 2010. 588 p.

BENSON, Harris. Physique mécanique. 4e éd. .Montréal: Éditions ERPI, 2009

HALLIDAY/RESNICK/WALKER. Physique Mécanique. Montréal : La Chenelière McGraw-Hill, Montréal 2003.

SERWAY, Raymond A. Physique I: mécanique. 4e éd. Laval: Études Vivantes, 1996. 258 p.

13. Complément au plan d'études

Professeur: _____ Local: _____

Documents de base

Manuel: SÉGUIN, Marc. Physique XXI. Tome A.Mécanique. Montréal. 2010. 588 p.

Cahier de laboratoire: 203 - NYA , Laboratoires

Barème

Laboratoires: 20%

Devoirs, travaux préparatoires:

Mini-tests:

Contrôles réguliers:

Contrôle final: