

Mécanique
profil sciences pures et appliquées

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	4
4. Activités d'enseignement et d'apprentissage	8
5. Évaluation sommative	9
6. Modalités d'application des politiques institutionnelles et règles départementales particulières	10
7. Précisions sur les évaluations	10
8. Médiagraphie	10

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.

À 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. Compétence développée dans ce cours

Analyser différentes situations et phénomènes physiques à partir des principes fondamentaux reliés à la mécanique classique.

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 et déroulement du cours

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

Cinématique et vecteurs

(15 périodes)

Semaines 1 à 4	L'étudiant doit pouvoir...
Vecteurs	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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

Dynamique

(15 périodes)

Semaines 5 à 8

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
- énoncer et appliquer les lois du frottement sec (statique et cinétique)

Face à un problème de dynamique

- 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

Travail et énergie

(10 périodes)

Semaines 9 à 10

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
- 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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

(5 périodes)

Semaine 11	L'étudiant doit pouvoir...
Impulsion et quantité de mouvement	<ul style="list-style-type: none"> 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

Cinématique, dynamique de rotation et équilibre statique

(13 périodes)

Semaines 12 à 14	L'étudiant doit pouvoir...
Cinématique de rotation	<ul style="list-style-type: none"> 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 de rotation	<ul style="list-style-type: none"> 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 définir l'énergie cinétique de rotation d'un corps résoudre un problème de rotation en faisant un bilan énergétique
Centre de masse	<ul style="list-style-type: none"> définir et le calculer dans des cas simples.

Équilibre statique	<ul style="list-style-type: none"> . 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
Moment cinétique	<ul style="list-style-type: none"> . 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)

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 |
|--|

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

Sujets de laboratoire

L'étudiant

Rail incliné	<ul style="list-style-type: none"> . étudie le mouvement d'un chariot le long d'un rail incliné
Dynamique des systèmes	<ul style="list-style-type: none"> . étudie, à l'aide des lois de Newton, un système de deux corps reliés ensemble par une corde
Mouvement circulaire	<ul style="list-style-type: none"> . vérifie la deuxième loi de Newton dans le cas d'un mouvement circulaire
Super manège et équilibre de rotation	<ul style="list-style-type: none"> . 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 en trouvant expérimentalement la condition d'équilibre de rotation ainsi que la relation donnant la position du centre de masse d'un ensemble de masses
Collisions	<ul style="list-style-type: none"> . étudie différents types de collisions et vérifie la loi de conservation de la quantité de mouvement
Laboratoire synthèse	<ul style="list-style-type: none"> . 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. 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. 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*, distribué par le professeur, 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.
- **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.
- 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.
- 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.
- Veuillez 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 : 80 à 85 %
- laboratoires : 15 à 20%

Le pourcentage alloué à la théorie inclut aussi bien les notes de participation et des devoirs que celles attribuées aux examens.

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

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 30 % de la note du cours. Cette épreuve, commune à tous les étudiants suivant le cours 203-NYA Mécanique, a lieu durant la période d'évaluation sommative de la seizième semaine de calendrier et sert à vérifier l'atteinte de la compétence développée dans ce cours.

C. Critères généraux d'évaluation

- Utilisation appropriée des concepts, des lois et des principes.
- Schématisation adéquate des situations physiques.
- Utilisation d'une terminologie appropriée.
- Représentation graphique et mathématique adaptée à la nature du mouvement.
- Justification des étapes retenues pour l'analyse des situations.
- Application rigoureuse des lois de Newton et des principes de conservation.
- 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. Volume A. Mécanique. Montréal. Éditions ERPI 2010. 588 p.

BENSON, Harris. Physique mécanique. 3e éd. .Montréal: Éditions ERPI, 2004. 635 p.

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.