

Préliminaires

Professeur	Richard MacKenzie, B-4011, richard.mackenzie@umontreal.ca
Auxiliaires	Kylian Lionnet, kylian.lionnet@umontreal.ca Sebastian Pacheco-Foucault, sebastian.emiliano.pacheco-foucault@umontreal.ca Jonathan Roussy, jonathan.roussy@umontreal.ca Avidaan Srivastava, avidaan.srivastava@umontreal.ca
Horaire du cours	cours lundi 12 h 30 - 14 h 20 (début 31 août), A-5502 cours mercredi 12 h 30 - 13 h 20 (début 2 sept), A-2521 TP mercredi 13 h 30 - 15 h 20 (cours le 2 sept, T.P. à partir du 9 sept) congés : lun 7 sept, mer 30 sept, lun 5 oct, lun 12 oct

Description dans l'annuaire Concepts fondamentaux de la mécanique. Lois de conservation. Rotation autour d'un axe. Forces centrales. Problème de Kepler. Diffusion et section efficace. Gravitation. (Remarque : La gravitation n'est pas discutée comme sujet à part ; plutôt, ça fait partie d'autres sujets, en particulier : forces centrales/Kepler/Diffusion.)

Travaux pratiques (TPs) À toutes les semaines, il y a une séance de TP. En général les TPs vont consister en la résolution de problèmes en groupes, guidés par les auxiliaires d'enseignement. Les exercices vont être affichés sur Studium en avance pour vous donner l'opportunité de les travailler en avance. *TP : faire en avance les Travaux, c'est une bonne Pratique !*). Pour ce qui est du contenu, les exercices vont porter sur la matière vue récemment dans le cours (typiquement, la semaine précédente). En théorie, le corrigé sera affiché sur Studium tout de suite après le TP.

Devoirs Vous recevrez autour de 8 devoirs au cours de la session. La remise des devoirs sera sur StudiUM : la date/heure limite seront 100% strictes car en général le corrigé sera affiché à la même heure. Surtout pour le premier devoir, planifiez une remise *au moins quelques heures en avance* pour éviter des ennuis si quelque chose ne marche pas à la dernière minute. Un devoir remis par courriel après la date/heure limite – même une minute en retard – ne sera pas accepté. Cette politique pourrait sembler excessivement rigide, mais notez bien que le pire de vos devoirs ne sera pas compté. Le premier devoir va comprendre des informations sur la remise des devoirs. Lisez-les attentivement.

REMARQUES sur la collaboration aux devoirs et l'utilisation de l'IAG (intelligence artificielle générative : ChatGPT, etc.) :

- La collaboration est très encouragée ; vous pouvez sauver du temps et apprendre mieux en discutant des exercices avec vos camarades de classe.
- L'université met beaucoup de ressources dans le développement d'une politique par rapport à l'IAG. Moi-même, un peu moins. Je n'ai aucune objection si vous utilisez l'IAG comme outil d'apprentissage ou si vous obtenez de l'aide de l'IAG pour faire vos devoirs. Ceci dit. . .
- Si la *collaboration* (que ce soit avec vos camarades ou avec ChatGPT) est encouragée, le *plagiat* ne l'est pas du tout. Il y a une ligne fine entre les deux, mais une chose est certaine : si vous ne comprenez pas tout ce que vous écrivez (par exemple, si vous ne pourriez pas l'expliquer à vos camarades), vous êtes du mauvais côté de la ligne !

REMARQUES sur la correction des devoirs :

- Il se peut que les numéros remis ne soient pas tous corrigés (par exemple : 3 numéros remis, 1 ou 2 [choisis après la remise !] corrigés).
- *La correction porte sur la validité ainsi que la clarté du raisonnement, la lisibilité, etc., de vos solutions.* Une solution correcte mais mal organisée, mal expliquée ou autrement difficile à comprendre ne va pas nécessairement mériter tous les points. Vous êtes donc fortement conseillés d'écrire lisiblement (crayon suffisamment foncé svp !), de bien expliquer votre raisonnement, et de mettre la réponse finale dans une boîte bien visible, etc.
- En mécanique, il est souvent très utile d'inclure un schéma. *Dans le cas où un schéma pourrait être utile, considérez-le obligatoire !* Vous pouvez perdre des points sinon, à la discrétion de la personne qui corrige le devoir. (Il en est de même pour les examens !)
- Un numéro écrit par moi (et non tiré du manuel) aura normalement un mot/phrase clé en **caractères gras** pour signaler que je veux une réponse. Assurez-vous d'avoir répondu à toutes les parties de chaque question : une réponse encadrée (écrite en fonction des variables de l'énoncé/variables demandées) pour chaque mot/phrase en caractères gras. (Pour les numéros tirés du manuel, vous ne pouvez pas compter sur les caractères gras ; donc lisez attentivement la question !)

Examen intra Date proposée : 14 octobre, 13 h 30 - 15 h 20, A-2521. Le format de l'examen, la matière couverte, etc, vont être annoncés 1-2 semaines avant l'examen.

Examen final 22 décembre, 8 h 30 - 11 h 30, A-3521 (à confirmer). L'examen final porte sur toute la matière du cours, avec plus de poids sur la deuxième moitié du cours.

Évaluation La note globale sera déterminée par la note aux devoirs et la note aux examens, de la manière suivante :

- Note aux devoirs = moyenne de vos 7 meilleurs devoirs sur 8 (votre pire devoir ne compte pas).
- Note aux examens = meilleure de : intra (40) + final (60) OU final (100).
- Note globale = meilleure de : devoirs (20) + examens (80) OU examens (100).

Documentation Manuel principal (obligatoire) : J.R. Taylor, *Mécanique classique* («JT»). Disponible en anglais aussi (sans surprise, sous le titre *Classical Mechanics*). Quelques autres possibilités (parmi les centaines de livres sur le sujet) :

- S.T. Thornton et J.B. Marion, *Classical Dynamics of Particles & Systems* (5e édition). C'est mon livre préféré pour ce niveau de cours, mais il n'est pas disponible en français.
- M.R. Spiegel, *Mécanique théorique (série Schaum)*. Aussi disponible en anglais.
- A.P. French, *Newtonian Mechanics*.
- K.R. Symon, *Mechanics*.
- K. Rossberg, *A First Course In Analytical Mechanics*.
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, *Mécanique (Berkeley : Cours de Physique)*. Aussi disponible en anglais.

Plan de Cours : PHY 1651

NB : Le nombre d'heures allouées à chaque sujet est approximatif. Les sections du JT sont indiquées ; une * signifie qu'une partie de la section est discutée (et non toute la section), ou que la discussion en classe ne ressemble pas trop à celle du le manuel.

0. Préliminaires, plan de cours (0.5 hre)
1. Concepts fondamentaux ; lois de Newton (9 hres ; JT chaps. 1, 2)
 - rappel concepts mathématiques : scalaire, vecteur, systèmes de coordonnées, vecteurs unitaires, etc (JT 1.2)
 - rappel concepts physiques : masse, inertie, accélération (JT 1.2)
 - Première et deuxième lois de Newton ($N_{1,2}$) (JT 1.4)
 - Troisième loi de Newton (N_3) (JT 1.5)
 - Exemples (coordonnées cartésiennes) (JT 1.6)
 - Coordonnées non cartésiennes (polaires, etc) (JT 1.7)
 - Projectiles, résistance de l'air : discussion général (JT 2.1) ; résistance linéaire (JT 2.2) et quadratique (JT 2.4, 2.6)
 - Particule chargée en champ magnétique uniforme (JT 2.7)
2. Quantités conservées (6 hres ; JT chaps. 3, 4)
 - Quantité de mouvement (JT 3.1)
 - Application : la fusée (JT 3.2)
 - Centre de masse (JT 3.3)
 - Moment cinétique (une particule) (JT 3.4)
 - Moment cinétique (système de particules), moment d'inertie (JT 3.5, 10.1*, 10.2*)
 - Énergie cinétique ; travail (JT 4.1)
 - Énergie potentielle ; forces conservatives (JT 4.2 ; exclu : forces non conservatives)
 - Énergie potentielle et force (JT 4.3)
 - Mouvement 1d ; examen qualitatif du mouvement (JT 4.6)
 - Forces centrales (premier aperçu) (JT 4.8*)
 - Énergie et moment cinétique d'un corps rigide (JT 4.10*, 10.1*, 10.2*)
3. Oscillations (3 hres ; JT chap 5)
 - Loi de Hooke ; oscillateur harmonique simple (JT 5.1, 5.2)
 - Oscillateur amorti (JT 5.4)
4. Calcul des variations (3 hres ; JT chap 6)
 - Discussion générale (JT 6.1)
 - Équation d'Euler (JT 6.2)
 - Exemples (JT 6.3)

5. Mécanique lagrangienne (4 hres; JT chap 7)
 - Principe d'Hamilton; équations d'Euler-Lagrange (JT 7.1)
 - Exemples (JT éléments de 7.2, 7.3; 7.5)
6. Forces centrales à deux corps (4 hres; JT chap 8)
 - Équations d'E-L; coordonnées relative et centre-de-masse; masse réduite (JT 8.1, 8.2, 8.3)
 - Mouvement radial; problème 1d équivalent; potentiel effectif; exemple le plus important : $F \sim r^{-2}$ (JT 8.4)
 - Équation d'orbite (JT 8.5)
 - Orbites de Kepler (liées et ouvertes) (JT 8.6, 8.7)
7. Collisions (5 hres; JT chap 14)
 - Discussion générale : relation entre loi de force et collisions
 - Paramètre d'impact; angle de diffusion (JT 14.1*)
 - Faisceau, intensité, section efficace (JT 14.2*, 14.3*)
 - Angle solide, section efficace différentielle (JT 14.4*)
 - Calcul de la section efficace différentielle (JT 14.5*)
 - Diffusion de Rutherford (JT 14.6*)
8. Introduction à la mécanique hamiltonienne (3 hres; JT chap 13)
 - Discussion générale; impulsions généralisées (canoniques); hamiltonien (JT 13.1)
 - Équations d'Hamilton; exemples (JT 13.2, 13.3)
 - «Troisième équation d'Hamilton» (relié à dH/dt) (JT 13.3)
 - Coordonnées ignorables (cycliques) (JT 13.4)
 - Exemple : particule se déplaçant sur une surface conique (JT 13.3)