

Information générale

Cours	
Titre	PHY1234-A-A26 - Introduction à la physique numérique
Nombre de crédits	3
Sigle	PHY1234-A-A26
Site StudiUM	PHY1234-A-A26 - Introduction à la physique numérique
Faculté / École / Département	Arts et sciences / Département de physique
Session	Automne
Année	2026
Mode d'enseignement	En présentiel
Déroulement du cours	Mardi 13h30-15h20, local A-3521 MIL: séance de cours Jeudi 14h30-15h20, local A-2543 MIL: séance de cours ou TP selon la semaine Jeudi 15h30-17h20, local A-2543 MIL: TP
Charge de travail hebdomadaire	Environ 8 à 10 heures, excluant les cours mais incluant les TP (pour compléter les laboratoires)

Enseignant		
David Lafrenière	Titre	Professeur
	Coordonnées	david.lafreniere@umontreal.ca
	Disponibilités	B-3413 MIL

Personne-ressource		
Henri Lamarre	Responsabilité	Auxiliaire
	Coordonnées	henri.lamarre@umontreal.ca

Arnaud Lessard	Responsabilité	Auxiliaire
	Coordonnées	arnaud.lessard@umontreal.ca

Antony Linares	Responsabilité	Auxiliaire
	Coordonnées	antony.linares@umontreal.ca

Théo Sillaire	Responsabilité	Auxiliaire
	Coordonnées	theo.sillaire@umontreal.ca

François-Pierre St-Jacques	Responsabilité	Auxiliaire
	Coordonnées	francois-pierre.st-jacques@umontreal.ca

Description du cours	
Description simple	Éléments de programmation scientifique. Intégration numérique. Systèmes déterministes simples. Phénomènes stochastiques : modèle de Ising, marches aléatoires, agrégation, etc. Complexité : avalanches, fractales, chaos, etc.
Description détaillée	Dans un contexte scientifique et en utilisant le langage de programmation Python, le cours apprendra aux étudiants(es) les bases de la programmation informatique. Les principaux éléments de programmation qui seront abordés incluent, sans s'y restreindre, les types d'objets, les opérations et expressions de base, les entrées et sorties, les instructions conditionnelles, les boucles de répétition, l'utilisation et la définition de fonctions, la rédaction d'un code source, l'utilisation des modules Numpy et Matplotlib, et la production de figures et graphiques. Ensuite, différentes

	méthodes et approches numériques permettant de solutionner divers problèmes rencontrés en physique seront introduites. Celles-ci incluent, sans s'y limiter, la différentiation et l'intégration numérique, la résolution d'équations différentielles linéaires et non linéaires, les solutions itératives, l'optimisation et la méthode Monte Carlo. À travers des exemples en classe et des travaux de laboratoire, le cours introduira les étudiants(es) à certains domaines de la physique où l'approche numérique est centrale, tels que la diffusion, le chaos, et la complexité. Les phénomènes physiques qui seront étudiés incluent par exemple le mouvement orbital de planètes, l'agrégation de particules, et la propagation de feux de forêts.
Place du cours dans le programme	Cours obligatoire du baccalauréat spécialisé en physique, généralement suivi la première année du programme. Cours obligatoire du baccalauréat bidisciplinaire physique et mathématiques, généralement suivi en deuxième année.

Apprentissages visés

Objectifs généraux	• Initier les étudiants(es) à la programmation informatique dans un contexte scientifique. • Développer chez les étudiants(es) la maîtrise de méthodes, approches et outils numériques et graphiques permettant de solutionner ou de simuler sur ordinateurs divers problèmes et phénomènes rencontrés en physique. • Introduire les étudiants(es) à certains domaines de la physique où l'approche numérique est centrale. • Améliorer l'esprit d'analyse des étudiants(es) à travers l'élaboration d'algorithmes de résolution de problèmes et de modélisation de systèmes physiques. • Entraîner les étudiants(es) à présenter et à bien interpréter les résultats de calculs et de simulations numériques.
Objectifs d'apprentissage	À la fin du cours, les étudiants(es) seront capables : • De créer des programmes informatiques en utilisant le langage Python; • De rédiger des codes Python clairs, bien structurés, efficaces et bien commentés; • D'exploiter les fonctionnalités de base du langage Python ainsi que celles des modules NumPy et Matplotlib; • De concevoir des algorithmes informatiques pour effectuer des tâches simples et complexes; • D'exécuter divers calculs numériques tels la différentiation, l'intégration, la résolution d'équations différentielles, la détermination de racines et d'extrema, l'ajustement de paramètres de modèles, etc.; • De modéliser par ordinateur des phénomènes physiques simples et complexes, déterministes et stochastiques; • De présenter des résultats sous forme de figures claires et informatives; • D'évaluer et d'interpréter adéquatement les incertitudes sur les résultats de calculs ou simulations numériques; • De poser un regard critique sur les résultats, la validité ou les limites d'un modèle numérique.

Calendrier des séances

1 septembre 2026	Contenus	Présentation et déroulement du cours. Introduction à la programmation. Éléments de base de programmation (objets, assignations, opérations, manipulations de chaînes et listes).
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
8 septembre 2026	Contenus	Éléments de base de programmation (instructions conditionnelles, boucles de répétition, fonctions, méthodes, modules et paquets).
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
15 septembre 2026	Contenus	Module Numpy (calculs numériques avec tableaux) ; module Matplotlib.pyplot (figures et graphiques) ; définition de fonctions originales ; affichage formaté.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
22 septembre 2026	Contenus	Lecture et écriture de fichiers ; différentiation numérique.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
29 septembre 2026	Contenus	Précision numérique ; interpolation numérique ; intégration numérique ; génération de nombres aléatoires uniformes.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
6 octobre 2026	Contenus	Méthode Monte Carlo ; intégration Monte Carlo ; incertitudes en Monte Carlo ; génération de nombres aléatoires non-uniformes.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
13 octobre 2026	Contenus	Recherche de racines (bissection et méthode de Newton) ; recherche d'extrema (méthode de grimpe par gradient et grimpe stochastique).
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
27 octobre 2026	Contenus	Recherche d'extrema (autres méthodes) ; ajustement de modèles ; intégration d'équations différentielles ordinaires (méthode d'Euler).
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
3 novembre 2026	Contenus	Intégration d'équations différentielles ordinaires (méthode de Heun) ; intégrations d'équations différentielles ordinaires du second ordre.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
10 novembre 2026	Contenus	Modélisation du pendule linéaire, non-linéaire, avec et sans forçage et amortissement ; systèmes chaotiques ; intégration d'équations différentielles ordinaires avec Scipy.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
17 novembre 2026	Contenus	Marche aléatoire ; marche aléatoire sur réseau ;

		modélisation de la diffusion et de l'agrégation ; invariance d'échelle et fractales ; production d'animations.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
24 novembre 2026	Contenus	Systèmes complexes ; modèle tas-de-sable ; modèle feu-de-forêt ; modèle embouteillage.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.
1 décembre 2026	Contenus	Programmation orientée objet ; programmation d'interfaces graphiques ; analyse et traitement de son.
	Activités	Présentation magistrale, exercices interactifs.

Attention ! Exceptionnellement, l'enseignant peut apporter des modifications aux dates des évaluations. Le cas échéant, l'enseignant doit obtenir l'appui de la majorité des étudiants de sa classe. Veuillez vous référer à l'[article 4.8 du Règlement des études de premier cycle](#) et à l'[article 28 du Règlement pédagogique de la Faculté des études supérieures et postdoctorales](#).

Évaluations

Calendrier des évaluations

10 septembre 2026	Activité	Laboratoire 1
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	5
28 septembre 2026	Activité	Laboratoire 2
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
6 octobre 2026	Activité	Mini-test 1
	Objectifs d'apprentissage visés	Intégration des notions des laboratoires 1 & 2 et semaines 1 et 2.
	Pondération	8
13 octobre 2026	Activité	Laboratoire 3
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
26 octobre 2026	Activité	Laboratoire 4
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
3 novembre 2026	Activité	Mini-test 2
	Objectifs d'apprentissage visés	Intégration des notions des laboratoires 3 & 4 et des semaines 4-5-6.
	Pondération	8
9 novembre 2026	Activité	Laboratoire 5

	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
16 novembre 2026	Activité	Laboratoire 6
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
23 novembre 2026	Activité	Laboratoire 7
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
24 novembre 2026	Activité	Mini-test 3
	Objectifs d'apprentissage visés	Intégration des notions des laboratoires 5 & 6 et des semaines 7-8-9.
	Pondération	8
30 novembre 2026	Activité	Laboratoire 8
	Objectifs d'apprentissage visés	Voir document.
	Pondération	9
8 décembre 2026	Activité	Mini-test 4
	Objectifs d'apprentissage visés	Intégration des notions des laboratoires 7 & 8 et des semaines 10-11-12.
	Pondération	8

Attention ! Exceptionnellement, l'enseignant peut apporter des modifications aux dates des évaluations. Le cas échéant, l'enseignant doit obtenir l'appui de la majorité des étudiants de sa classe. Veuillez vous référer à l'[article 4.8 du Règlement des études de premier cycle](#) et à l'[article 28 du Règlement pédagogique de la Faculté des études supérieures et postdoctorales](#).

Consignes et règles pour les évaluations

Dépôts des travaux	Chaque rapport est à remettre électroniquement par Studium avant la date limite indiquée sur chaque document de laboratoire (et sur Studium).
	Tout retard de plus de 8 h sans raison jugée valable entraînera une pénalité de 20%, à l'exception du premier retard de la session pour lequel une grâce est accordée. Les travaux ne seront plus acceptés au-delà de 7 jours de retard.
Qualité de la langue	Jusqu'à 10% des points d'un rapport peuvent être enlevés si la qualité du français n'est pas adéquate.

Rappels

Utilisation des technologies en classe

Enregistrement des cours	L'enregistrement des cours n'est généralement pas autorisé. Si, pour des raisons valables, vous désirez enregistrer une ou plusieurs séance(s) de cours, vous devez préalablement obtenir l'autorisation écrite de votre enseignant au moyen du formulaire prévu à cet effet Demande d'autorisation pour l'enregistrement d'un cours .
---------------------------------	--

Notez que la permission d'enregistrer NE donne PAS la permission de diffuser l'enregistrement.

Ressources

Ressources obligatoires

Documents	Aucun.
Ouvrages en réserve à la bibliothèque	N/A
Équipement (matériel)	Ordinateur avec logiciel Python 3 installé*. Un tel ordinateur peut être emprunté à la bibliothèque du MIL pour de courtes périodes, mais il est fortement recommandé à chaque étudiant de s'en procurer un si possible.

*Voir le document sur l'installation des logiciels, disponible sur StudiUM.

Ressources complémentaires

Documents	Des notes de cours couvrant l'ensemble de la matière sont fournies sur StudiUM.
	Plusieurs ouvrages de référence supplémentaires sur la programmation en Python sont discutés au début du chapitre 2 des notes de cours, les principaux sont les suivants :
	• Swinnen, G. Apprendre à programmer avec Python 3, version 5, disponible gratuitement à http://inforef.be/swi/python.htm • Langtangen, H.P., A Primer on Scientific Programming with Python, 5e éd., Springer (2016). Note : une version HTML est disponible gratuitement à http://hplgit.github.io/primer.html/doc/web/ • Swaroop, C. H., A byte of Python, disponible gratuitement à https://python.swaroopch.com

Soutien à la réussite

De nombreuses activités et ressources sont offertes à l'Université de Montréal pour faire de votre vie étudiante une expérience enrichissante et agréable. La plupart d'entre elles sont gratuites. Explorez les liens ci-dessous pour en savoir plus.

[Centre de communication écrite](#)

[Centre étudiant de soutien à la réussite](#)

[Services des bibliothèques UdeM](#)

[Soutien aux étudiants en situation de handicap](#)

Cadres règlementaires et politiques institutionnelles

Règlements et politiques

Apprenez à connaître les règlements et les politiques qui encadrent la vie universitaire.

Règlement des études [Règlement des études de premier cycle](#)

Que vous soyez étudiant régulier, étudiant libre ou étudiant visiteur, connaître le règlement qui encadre les études est tout à votre avantage. Consultez-le !

[Règlement pédagogique des études supérieures et postdoctorales](#)

Politique-cadre sur l'intégration des étudiants en situation de handicap [Politique-cadre sur l'intégration des étudiants en situation de handicap](#)

[Demande d'accommodement et responsabilités](#)

Renseignez-vous sur les ressources disponibles les mieux adaptées à votre situation auprès du Bureau de soutien aux étudiants en situation de handicap (BSESH). Le deuxième lien ci-contre présente les accommodements aux examens spécifiques à chaque faculté ou école

Intégrité, fraude et plagiat

Problèmes liés à la gestion du temps, ignorance des droits d'auteurs, crainte de l'échec, désir d'égaliser les chances de réussite des autres – aucune de ces raisons n'est suffisante pour justifier la fraude ou le plagiat. Qu'il soit pratiqué intentionnellement, par insouciance ou par négligence, le plagiat peut entraîner un échec, la suspension, l'exclusion du programme, voire même un renvoi de l'université. Il peut aussi avoir des conséquences directes sur la vie professionnelle future. Plagier ne vaut donc pas la peine !

Le plagiat ne se limite pas à faire passer un texte d'autrui pour sien. Il existe diverses formes de manquement à l'intégrité, de fraude et de plagiat. En voici quelques exemples :

- Dans les travaux : Copier un texte trouvé sur Internet sans le mettre entre guillemets et sans citer sa source ; Soumettre le même travail dans deux cours (autopl plagiat) ; Inventer des faits ou des sources d'information ; Obtenir de l'aide non autorisée pour réaliser un travail.
- Durant les évaluations : Utiliser des sources d'information non autorisées ; Obtenir des réponses de façon illicite ; S'identifier faussement comme un étudiant du cours.

[Site Intégrité](#)

[Les règlements expliqués](#)