



Département de physique PHQ 201 – Physique mathématique

Plan d'activité pédagogique

Hiver 2026

Enseignant Yves Grosdidier

Courriel : yves.grosdidier@usherbrooke.ca

Local : D2-2066-2

Téléphone : +1 819 821-8000 x62056

Disponibilités : En tout temps par courriel, ou à mon bureau D2-2066-2 (idéalement sur rendez-vous).

Site web du cours : <https://moodle.usherbrooke.ca/course/view.php?id=11916>

Horaire	Exposé magistral :	Jeudi	11 h 30 à 12 h 20	salle À venir
		Vendredi	13 h 30 à 15 h 20	salle À venir
	Exercices/laboratoires :	Jeudi	10 h 30 à 11 h 20	salle À venir

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	Comprendre et savoir appliquer plusieurs méthodes mathématiques à la physique théorique.
Contenu :	Nombres complexes. Séries et transformées de Fourier. Équations différentielles ordinaires. Systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants. Introduction aux probabilités et statistiques. Applications à la physique.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 1 heure d'exercices par semaine 5 heures de travail personnel par semaine
Particularités	Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/phq201>

1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation du comité de programme du Département de physique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

La physique mathématique est un domaine commun à la physique et aux mathématiques dont le projet est de développer des méthodes mathématiques spécifiques à certains problèmes des sciences physiques ou plus généralement à l'application des mathématiques à la physique, et, parfois, aux développements mathématiques que suscitent certains domaines de recherche en physique. Le sujet est donc très large, et il est difficile d'en définir les contours précis.

Le cours PHQ 201 vise à comprendre et savoir appliquer plusieurs méthodes mathématiques de base à la physique théorique. On y étudie les nombres complexes, les séries et transformées de Fourier, les équations différentielles ordinaires, les systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants. Nous aborderons aussi la théorie des probabilités et la statistique. Plusieurs applications à la physique serviront d'illustrations. Veuillez noter que les méthodes de l'algèbre linéaire constituent également une partie très importante de la physique mathématique, mais ces questions sont abordées dans un autre cours de votre baccalauréat et nous nous contenterons le plus souvent de rappeler certains résultats, même si parfois nous donnerons quand même des démonstrations en guise de rappel.

Un chapitre important de la physique mathématique concerne la théorie des distributions, mais vous serez initié à ce sujet dans le cadre de vos cours en mécanique quantique ou de phénomènes ondulatoires. Dans ce cours, nous nous contenterons probablement d'introduire seulement la distribution de Dirac. Précisons qu'un bagage mathématique s'acquiert, mais doit également être entretenu. Il vous faut donc prévoir de revenir régulièrement, tout au long de vos études sur des concepts et des méthodes que vous maîtriserez d'autant moins que vous les utiliserez de façon occasionnelle. Les livres sont faits pour cela. Une des difficultés de ce cours est que tous les résultats ne peuvent être parfaitement rigoureusement démontrés à ce niveau du baccalauréat de physique. Ainsi il faudra parfois vous armer de patience et admettre certains résultats que vous ne démontrerez rigoureusement que dans plusieurs de vos futurs cours. Certains aspects de ce cours seront aussi développés dans le cours PHQ 214 (Phénomènes ondulatoires).

1.2 Cibles de formation spécifiques

Comprendre et savoir appliquer plusieurs méthodes mathématiques de base à la physique théorique notamment via des applications à la physique : Nombres complexes ; Séries et transformées de Fourier ; Équations différentielles ordinaires ; Systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants ; Introduction aux probabilités et statistiques.

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs
1	<p>Nombres complexes :</p> <ol style="list-style-type: none"> Motivation historique : résolution des polynômes par radicaux ; théorème d'Abel (admis) ; résolution du trinôme du 3^{ème} degré par la méthode de Cardan ; Construction algébrique des complexes ; représentation dans le plan euclidien ; Module, conjugué, argument d'un nombre complexe ; Équations complexes ; exponentielle complexe et fonctions trigonométriques ; formule d'Euler ; identités trigonométriques ; Nombre d'onde complexe d'une onde progressive et atténuation ; impédance dans un circuit RLC ; oscillateur harmonique simple (amorti, entretenu par une force externe harmonique) ; résonance ; Forme trigonométrique d'un nombre complexe ; Racines n-ièmes d'un nombre complexe ; formule de Moivre ; Équations polynômiales : degré 2, cas d'un degré quelconque ; théorème de d'Alembert (admis) ; Suites/séries de nombres complexes ; série géométrique de nombres complexes ; interférences à faisceaux multiples cohérents. 	9	
2	<p>Séries et transformées de Fourier :</p> <ol style="list-style-type: none"> Signaux périodiques, apériodiques ; Coefficients de Fourier d'une fonction périodique ; théorème de Fourier ; théorème de Dirichlet ; série de Fourier et parité du signal ; phénomène de Gibbs ; Corde vibrante à extrémités fixes ; (diffusion de la chaleur ;) Théorème de Parseval ; Série de Fourier en notation complexe ; de la série de Fourier à l'intégrale de Fourier d'une fonction non périodique ; produit de convolution ; Théorème de Plancherel-Parseval pour l'intégrale de Fourier ; relation d'incertitude ; (densité spectrale de puissance ; théorème de Wiener-Kintchine ;) ; Impulsion et transformée de Fourier ; distribution de Dirac ; réponse impulsionnelle ; Critère d'échantillonnage de Nyquist. 	9	
3	<p>Équations différentielles ordinaires :</p> <ol style="list-style-type: none"> Résolution des EDO du 1^{er} ordre par une méthode géométrique ; existence et unicité des solutions EDO du 1^{er} ordre à variables séparables, linéaires ; radioactivité et datation ; EDO linéaires du 2^{ème} ordre : Existence et unicité des solutions ; (Wronskien ; formule d'Abel) ; Polynôme caractéristique ; oscillateur harmonique amorti ; Méthode de variation des constantes ; méthode des coefficients indéterminés ; série de Fourier du second membre ; résolution par transformation de Fourier ; réduction de l'ordre d'une EDO ; introduction à la notion de fonction de Green ; réponse impulsionnelle. 	9	
4	<p>Systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants :</p> <ol style="list-style-type: none"> Valeurs propres et vecteurs propres ; diagonalisation d'une matrice ; puissances d'une matrice* ; Oscillateurs couplés et modes normaux ; relation de dispersion ; modèle d'une molécule diatomique ; pendules couplés ; circuits LC couples ; Théorie qualitative des systèmes dynamiques (stabilité, instabilité) à deux ou trois degrés de liberté. 	6	

Table 1 :

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs
5	<p>Introduction aux probabilités et statistiques :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Univers ; événements ; notion de probabilité ; indépendance des événements ; probabilité conditionnelle ; formule de Bayes ; Arrangements ; combinaisons2. Variables aléatoires discrètes, continues ; espérance mathématique ; variance ; inégalité de Tchébychev ; loi des grands nombres3. Fonction de distribution ; densité de probabilité4. Distributions : binomiale, Poisson, normale ; bruit de grenaille5. Estimation de la moyenne ; estimation de la variance d'une population ; erreur standard ; intervalle de confiance ; théorème central limite (variables aléatoires à variance finie) ; lois stables ; théorème central limite généralisé (variables aléatoires à variance non finie)6. Théorie élémentaire de la diffusion isotrope de photons d'un point de vue statistique ; libre parcours moyen.	9	

2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.




2.1 Méthode pédagogique

La matière repose sur i) un cours magistral, ii) des sections lues préalablement par les personnes étudiantes et discutées en classes, et iii) un ensemble de problèmes à résoudre sous forme de devoirs, sessions d'exercices et travail personnel.

2.2 Calendrier

Semaine	Commençant le	Thème
1	2026-01-05	Nombres complexes
2	2026-01-12	Séries et transformées de Fourier
3	2026-01-19	Séries et transformées de Fourier
4	2026-01-26	Séries et transformées de Fourier
5	2026-02-02	Séries et transformées de Fourier
6	2026-02-09	Équations différentielles ordinaires
7	2026-02-16	Équations différentielles ordinaires
8	2026-02-23	Semaine des examens périodiques
9	2026-03-02	Relâche
10	2026-03-09	Systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants
11	2026-03-16	Systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants
12	2026-03-23	Introduction aux probabilités et statistiques
13	2026-03-30	Introduction aux probabilités et statistiques
14	2026-04-06	Introduction aux probabilités et statistiques
15	2026-04-13	Examen
16	2026-04-20	Semaine des examens finals
17	2026-04-27	Semaine des examens finals

2.3 Évaluation

Type de l'évaluation	Pondération	Utilisation des IAG ¹
Devoirs	20 %	Guidée 
Examen intra	30 %	Interdite 
Examen final	50 %	Interdite 

¹ Référez-vous à la page "Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative" à la fin du document.

Les examens intra et final se dérouleront en classe, sous réserve des directives de la santé publique. Si celles-ci l'empêchent, les évaluations prendront la forme d'un examen à livre ouvert à réaliser à domicile sur une journée. En fin de session, une bonification de la note finale pourra être accordée en fonction de votre participation, de la qualité des questions posées en classe ou à l'extérieur, ainsi que de votre engagement démontré à approfondir la matière, notamment par l'étude attentive des notes de cours et des exercices.

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du Règlement facultaire d'évaluations des apprentissages² la personne du corps enseignant peut retourner à la personne étudiante tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

2.3.2 Plagiat

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper le corps enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études³. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe, une attention spéciale sera portée au plagiat. Si le plagiat est attestée par une preuve, cela sera traité comme un délit aux études, en conformité avec l'article 9.4.1 du Règlement des études de l'Université de Sherbrooke. La personne étudiante peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au secrétaire de la Faculté des sciences. Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes, tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, le corps enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer la partie considérée comme plagiée. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance au corps enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

²https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

³<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

2.4 Échéancier des travaux

Devoirs (au nombre de 4 ou 5) : 20%.

Les devoirs seront transmis de façon électronique via l'interface Moodle. Les devoirs seront faits en groupes de 1, 2 ou 3 personnes.

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁴, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisé. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Note : Je réponds aux questions posées par courriel à l'extérieur des périodes de cours.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

En plus des notes du professeur, certains documents additionnels (au moins les devoirs) seront déposés sur la page Moodle du cours. Les notes de cours seront disponibles au service de reprographie PHOTADME de la faculté de droit.

4 Références

- [1] MARY L. BOAS : *Mathematical Methods in the Physical Sciences*. John Wiley & Sons, Inc., 2006. 3ème édition. Cet ouvrage est disponible à la bibliothèque de Sciences et Génie sous la cote QA 37 B63 2006.

⁴https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf

⁵<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

Délits relatifs aux études

Extrait du règlement des études (Règlement 2575-009)

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne, des passages ou idées tirés de l'œuvre d'autrui ou du contenu, de toute forme, généré par un système d'intelligence artificielle (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source et la référence adéquate);
- b) commettre un autoplage, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
- c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
- d) fournir ou obtenir toute forme d'aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle (incluant l'assistance provenant d'un système d'intelligence artificielle), pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
- e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel non autorisé de toute forme (incluant le matériel numérique et celui généré par un système d'intelligence artificielle) avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
- f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- k) posséder ou avoir à sa portée un appareil électronique ou numérique interdit durant une activité d'évaluation;

[...]

Un [guide sur l'intégrité intellectuelle](#) vous est rendu disponible par le service des bibliothèques et des archives de l'Université de Sherbrooke, afin de bien comprendre les différents délits et ainsi éviter d'être aux prises avec un dossier disciplinaire et une ou des sanctions.

Les mesures pouvant être imposées à titre de sanctions disciplinaires sont les suivantes :

- a) la réprimande simple ou sévère consignée au dossier étudiant pour la période fixée par l'autorité disciplinaire ou à défaut, définitivement. En cas de réprimande fixée pour une période déterminée, la décision rendue demeure au dossier de la personne aux seules fins d'attester de l'existence du délit en cas de récidive;
- b) l'obligation de reprendre une production ou une activité pédagogique, dont la note pourra être établie en tenant compte du délit survenu antérieurement;
- c) la diminution de la note ou l'attribution de la note E ou 0;

[...]

Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative

Autorisés ou pas dans les situations d'apprentissage et d'évaluation ?

NIVEAU 0

NIVEAU 1

NIVEAU 2

NIVEAU 3

NIVEAU 4

L'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative (IAg) est limitée, voire complètement interdite parce que la personne enseignante considère que l'usage de ces outils nuit au développement de compétences essentielles. Ces compétences peuvent être disciplinaires, comme elles peuvent être d'ordre méthodologique, rédactionnel ou informationnel. Considérant que l'utilisation des IAg requiert un esprit critique, il peut s'agir d'une situation d'apprentissage ou d'évaluation sans IAg qui vise à développer celui-ci.

Dans ces situations, **la personne étudiante produit le travail.**

L'utilisation prononcée des IAg est permise parce que la personne enseignante considère que les personnes étudiantes sont en mesure d'exercer un esprit critique et sont capables de juger de la qualité des contenus produits par les IAg. Ou encore, l'utilisation est encouragée parce que la situation d'apprentissage ou d'évaluation proposée contribue à développer leur esprit critique.

Dans ces situations, l'IAg produit le travail préliminaire, alors que **la personne étudiante s'assure de sa qualité en l'améliorant.**



Utilisation interdite

Le **NIVEAU 0** signifie que l'**utilisation est interdite**.

Ceci signifie que si la personne enseignante a un motif de croire qu'il y a eu l'utilisation d'une IAg dans une situation d'évaluation, elle doit dénoncer les faits auprès de la personne responsable des dossiers disciplinaires universitaires. Il s'agit d'un délit relatif aux études tel que stipulé dans le [Règlement des études](#).



Utilisation limitée

Le **NIVEAU 1 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée uniquement pour assister l'apprentissage dans le domaine disciplinaire ou des langues**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation peut être considérée comme un délit. Par exemple :

Domaine disciplinaire :

- S'inspirer
- Générer des idées
- Explorer un sujet pour mieux le comprendre
- Générer du matériel pour apprendre

Domaine des langues :

- Identifier ses erreurs et se les faire expliquer
- Reformuler un texte
- Générer un plan pour aider à structurer un texte
- Traduire un texte



Utilisation guidée

Le **NIVEAU 2 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée pour améliorer un travail produit par la personne étudiante**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :

- Analyser des contenus
- Obtenir une rétroaction
- Évaluer la qualité de son travail à partir de critères
- Demander à être confronté relativement à ses idées, à sa démarche
- Diriger les processus de résolution de problèmes



Utilisation balisée

Le **NIVEAU 3 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée pour produire un travail qui sera amélioré**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :

- Résumer ou rédiger des parties d'un texte
- Générer un texte ou un modèle d'une production et l'adapter
- Réaliser des calculs mathématiques
- Produire du code informatique
- Résoudre des problèmes complexes
- Répondre à une question
- Générer des images, ou autres contenus multimédias



Utilisation libre

Le **NIVEAU 4 D'UTILISATION** signifie qu'**aucune restriction spécifique n'est imposée**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit.

Ce niveau inclut tout ce qui précède, de l'exploration à la production, ainsi que toute autre tâche particulière jugée complexe.

À considérer avant l'utilisation d'outils d'intelligence artificielles génératives

Si, en tant que personne étudiante envisagez d'utiliser un outil d'intelligence artificielle générative (IAG) lorsque l'évaluation autorise les niveaux 1 à 4 d'utilisation mentionnés précédemment.

Dans ce cas, gardez à l'esprit les éléments clés suivants.

- Vous assumez la responsabilité de tout le contenu produit, avec ou sans IAG, et intégré à votre production.
- Les produits des outils d'IAG peuvent très souvent comporter **des erreurs ou des faussetés** (hallucinations) : on doit donc impérativement valider tout contenu généré par ces outils.
- Dans l'état actuel de la Loi sur le droit d'auteur du Canada, les **productions faites par l'IAG sont du domaine public**, puisque les outils d'IAG ne sont pas reconnus comme des auteurs au sens de la Loi et que les contenus générés ne répondent pas aux critères d'une œuvre protégée, notamment aux critères d'originalité.
- L'entreprise qui fournit le service pourrait émettre certaines exigences dans ses conditions d'utilisation. Comme l'algorithme et le code informatique appartiennent à l'entreprise qui les a développés, nous devons tenir compte de ces conditions. Celles-ci pourraient également fournir des précisions relatives à la **réutilisation des données soumises (confidentialité)**.

Comment déclarer l'utilisation d'outils d'intelligence artificielle générative

Dans l'esprit d'une conduite intègre et responsable, vous devez TOUJOURS mentionner de façon explicite toute utilisation de l'intelligence artificielle, conformément au Règlement des études (9.4.1 Délits relatifs aux études). De plus, à des fins pédagogiques, il est recommandé de toujours intégrer à la production les requêtes, de même que les réponses intégrales générées par les outils d'IAG. Celles-ci pourront être intégrées directement dans le corps du texte ou en note de bas de page. Les réponses longues pourraient être insérées en annexe de votre document ou dans des documents supplémentaires, selon les directives de la personne enseignante.

L'utilisation de ces deux documents s'avèrera utile, ils se trouvent sous licence libre, donc vous pouvez utiliser les tableaux et les adapter selon votre besoin:

1. [Modèle de citation](#) : Ce formulaire, à remplir par l'enseignant, donne un exemple aux étudiants de citation de l'IAG dans la réalisation d'un travail évalué ou non.
2. [Déclaration d'usage](#) : Ce formulaire, à remplir par les étudiants, doit être remis avec une réalisation afin de déclarer l'usage de l'IAG dans la réalisation, qu'elle soit évaluée ou non.

Référence

La Faculté des sciences tient à remercier le SSF pour la production des documents.

- Cabana, M. et Côté, J.-A. (2024). Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. et Beaudet, M. (2024). Directives de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. (2024). Formulaire de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).