

Université de
Sherbrooke

Département de physique
PHQ 214 – Phénomènes ondulatoires
Plan d'activité pédagogique
Hiver 2025

Enseignant

Jeffrey Quilliam

Courriel : Jeffrey.Quilliam@USherbrooke.ca

Local : D9-2017

Téléphone : +1 819 821-8000 x66476

Disponibilités : Sur rendez-vous

Responsable(s) : Direction du département

Site web du cours : <https://moodle.usherbrooke.ca>

Horaire

Exposé magistral :	Lundi	11h30 à 12h20	salle D3-2030
	Mercredi	13h30 à 15h20	salle D3-2029
Exercices/laboratoires :	Lundi	10h30 à 11h20	salle D3-2030

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	S'initier à la nature ondulatoire de plusieurs phénomènes physiques. Comprendre les aspects universels du mouvement vibratoire dans différents domaines de la physique tels que la mécanique, l'électricité et l'électromagnétisme.
Contenu :	Solutions transitoire et stationnaire de l'oscillateur harmonique libre, amorti ou forcé. Modes propres des systèmes à un ou plusieurs degrés de liberté. Séries et intégrales de Fourier. Ondes stationnaires et ondes progressives, relation de dispersion, paquet d'ondes, vitesse de phase et vitesse de groupe. Réflexion, transmission et réfraction des ondes. Notion d'impédance caractéristique. Applications à des systèmes mécaniques, acoustiques, électriques et électromagnétiques.
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/phq214>

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 d'informatique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

Le mouvement oscillatoire ou vibratoire est l'un des plus importants rencontrés dans la nature. Qu'il s'agisse d'une particule se déplaçant périodiquement autour d'une position d'équilibre, du mouvement d'un pendule, d'un poids suspendu à un ressort, des atomes dans un solide ou dans des molécules, des électrons dans une antenne émettrice ou réceptrice, le mouvement vibratoire est essentiel à la compréhension des phénomènes ondulatoires. Il est aussi essentiel pour saisir la dualité onde-corpuscule si importante en mécanique quantique. Ce cours est donc un outil indispensable pour comprendre le mouvement périodique et introduire le concept d'onde (stationnaire et progressive); on développera de façon particulière l'oscillateur harmonique à une dimension. Ces concepts seront réutilisés de façon continue durant les prochains cours de physique. Le cours est donc un cours de base et il est obligatoire pour tous les étudiants inscrits en physique.

1.2 Cibles de formation spécifiques

1. Décrire un mouvement harmonique simple ;
2. Expliquer les concepts de mode propre, d'ondes stationnaire et progressive, de vitesses de phase et de groupe, d'impédance, de coefficient de réflexion et de transmission
3. Résoudre des problèmes simples faisant appel aux lois de la mécanique et de l'électricité
4. Dédire le rôle des lois de la mécanique et de l'électricité dans l'établissement de mouvements harmoniques
5. Appliquer les équations différentielles linéaires du second ordre, homogènes et non-homogènes, à la résolution de phénomènes oscillatoires
6. Utiliser les nombres complexes pour résoudre les équations différentielles décrivant des mouvements harmoniques simples
7. Appliquer les séries de Fourier à la décomposition d'un mouvement harmonique
8. Utiliser les intégrales de Fourier à la description d'impulsions
9. Appliquer les outils de l'algèbre linéaire à la résolution d'équations différentielles couplées

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs
1	Mouvement harmonique simple : <ul style="list-style-type: none"> • mouvement harmonique simple • exemples mécaniques • exemples tirés des circuits électriques 	4	
2	Systèmes à plusieurs degrés de liberté : <ul style="list-style-type: none"> • diagonalisation de matrices (révision) • pendules couplés • systèmes à plusieurs ressorts • circuits électriques plus compliqués 	6	
3	Oscillateur harmonique amorti et forcé : <ul style="list-style-type: none"> • solutions transitoires et stationnaires • phénomène de résonance • plusieurs degrés de liberté amortis et forcés 	6	
4	Analyse de Fourier : <ul style="list-style-type: none"> • Révision des séries et des transformées de Fourier 	3	
5	Équation d'onde : <ul style="list-style-type: none"> • modes propres et ondes stationnaires • conditions aux limites 	5	
6	Ondes dans des systèmes discrets : <ul style="list-style-type: none"> • relation de dispersion • transformées de Fourier discrètes et théorème de Nyquist • masses-ressorts, pendules couplés, circuits LC, phonons • milieux dispersifs et réactifs 	4	
7	Ondes progressives : <ul style="list-style-type: none"> • phase et relation de dispersion • impédance • réfraction • réflexion et transmission 	5	
8	Paquets d'ondes et vitesse de groupe : <ul style="list-style-type: none"> • modulation • impulsions • analyse de Fourier • distribution de Dirac • convolutions 	3	

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

- Leçons magistrales données par le professeur
- Résolution de problèmes avec un chargé d'exercices (travaux dirigés)

2.2 Calendrier

Semaine	Commencant le	Thème
1	2025-01-06	Mouvement harmonique simple
2	2025-01-13	Systèmes à plusieurs degrés de liberté
3	2025-01-20	Systèmes à plusieurs degrés de liberté
4	2025-01-27	Systèmes à plusieurs degrés de liberté et Oscillateur harmonique amorti et forcé
5	2025-02-03	Oscillateur harmonique amorti et forcé
6	2025-02-10	Oscillateur harmonique amorti et forcé et Analyse de Fourier
7	2025-02-17	Analyse de Fourier et Équation d'onde
8	2025-02-24	Semaine des examens périodiques
9	2025-03-03	Relâche
10	2025-03-10	Équation d'onde
11	2025-03-17	Ondes dans des systèmes discrets
12	2025-03-24	Ondes progressives
13	2025-03-31	Ondes progressives
14	2025-04-07	Paquets d'ondes et vitesse de groupe
15	2025-04-14	Semaine des examens finals
16	2025-04-21	Semaine des examens finals

2.3 Évaluation

Devoirs	25 %
Examen intra	30 %
Examen final	45 %

Devoirs

Il y aura 5 devoirs ayant une pondération de 5% chacun.

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.

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

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 attesté 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.

2.4 Échéancier des travaux

Les dates de remise des travaux seront indiquées sur les énoncés.

2.4.1 Directives particulières

Pénalité de 20% par jour pour les travaux remis en retard sans justification ou permission du professeur.

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 autorisées. 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 : L'utilisation du courriel est recommandée pour poser vos questions.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Des notes de cours détaillées (de Prof. Jeffrey Quilliam) seront fournies sur Moodle au début de la session.

Les références suivantes seront disponibles à la bibliothèque des sciences au besoin :

1. F. S. Crawford, ONDES (traduction de : Waves, Berkeley physics course, volume 3), Dunod, Paris, 1999. (QC 21 B47 V.3F 1999). 2. W. C. Enmore and M.A. Heald, Physics of Waves, Dover Publications, New York 1969. (QC 157 E4P 1969). 3. A. P. French, Vibrations and Waves, dans la série M.I.T Introductory physics series, W. W. Norton & Company, 1971. (QC 235, F7V 1971). 4. K. U. Ingard, Fundamentals of Waves and Oscillations, Cambridge University Press, 1988. (QC 157 I54 1988). 5. L. Meirovitch, Elements of vibration analysis, McGraw-Hill, New York, 1986. (QA 935 M53 1986)

4 Références

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

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

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

L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)

9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

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 ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
 - b) commettre un autoplagiat, 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 aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé 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;
- [...]

Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

Autrement dit : mentionnez vos sources
