

PHQ214 – PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES

Cours

Titre :	Phénomènes ondulatoires
Sigle :	PHQ214
Session :	2 (Hiver)
Crédits :	3
Travaux dirigés :	1 heure / semaine
Travail personnel :	5 heures / semaine

Professeur

Nom :	Jeffrey Quilliam
Courriel :	jeffrey.quilliam@usherbrooke.ca
Bureau :	D2-1075
Labo :	D2-0046
Poste :	66476

Place du cours dans le programme

Type de cours :	obligatoire
Cours préalables :	aucun
Cours concomitants :	aucun

Chargé d'exercices

Nom :	Maxime Tremblay
Courriel :	Maxime.Tremblay9@usherbrooke.ca
Local :	D2-029
Poste :	65932

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.

HORAIRE

- Mardi 10h30 – 12h20,
- Jeudi 13h30 – 15h20

Ce cours consiste en 3 heures de leçons magistrales et 1 heure de travaux dirigés (exercices). Normalement les travaux dirigés auront lieu les mardis du 11h30 à 12h20, mais ceci peut changer d'une semaine à l'autre.

OBJECTIFS

En général, le cours PHQ214 vise à

- initier à la nature ondulatoire de plusieurs phénomènes physiques;
- faire comprendre les aspects universels du mouvement oscillatoire dans différents domaines de la physique tels la mécanique, l'électricité et l'électromagnétisme.

À la fin du cours PHQ214, et pour atteindre les objectifs généraux, l'étudiant devra être capable de :

- décrire un mouvement harmonique simple;
- 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 transmission;
- résoudre des problèmes simples faisant appel aux lois de la mécanique et de l'électricité;
- déduire le rôle des lois de la mécanique et de l'électricité dans l'établissement de mouvements harmoniques;
- appliquer les équations différentielles linéaires du second ordre, homogène et non-homogène, à la résolution de phénomènes oscillatoires;
- utiliser les nombres complexes pour résoudre les équations différentielles décrivant des mouvements harmoniques simples;
- appliquer les séries de Fourier à la décomposition d'un mouvement harmonique;
- utiliser les intégrales de Fourier à la description d'impulsions;
- appliquer les outils de l'algèbre linéaire à la résolution d'équations différentielles couplées.

PLAN DE LA MATIÈRE

Dates	Contenu
8 janvier 10 janvier	Chapitre 1 Introduction, définir les outils mathématiques (équations différentielles) Oscillateur harmonique libre, mouvement harmonique simple. Exemples mécaniques et circuits électriques
15 janvier 17 janvier 22 janvier 24 janvier	Chapitre 2 Analyser des systèmes à deux degrés de liberté (mode propres) Révision d'algèbre linéaire et la diagonalisation de matrices Pendules couplés, systèmes à plusieurs ressorts, circuits électriques plus compliqués
29 janvier	Chapitre 3 Séries de Fourier (révision)
31 janvier 5 février, 7 février	Chapitre 4 Équation d'onde classique Modes propres et ondes stationnaires; conditions de frontière.
12 février 14 février 19 février	Chapitre 5 Systèmes à N degrés de liberté Relation de dispersion. Transformées de Fourier discrètes et le théorème de Nyquist Masses-ressorts, pendules couplés, circuits LC, phonons.
21 février	Révision avant l'examen intra
26 février ou 28 février	Examen intra
4 au 8 mars	Relâche
12 mars 14 mars 19 mars 21 mars	Chapitre 6 Oscillateur harmonique amorti et forcé Solutions transitoires et stationnaires, phénomène de résonance.
26 mars	Chapitre 7 Plusieurs degrés de liberté amortis et forcés Filtres
28 mars 2 avril 4 avril	Chapitre 8 Ondes progressives. Phase et relation de dispersion. Impédance, réfraction, réflexion et transmission.
9 avril 11 avril	Chapitre 9 Paquets d'ondes et vitesse de groupe Modulation, impulsions, analyse de Fourier, distribution de Dirac, convolution

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- Leçons magistrales
- Résolution d'exercices et devoirs en classe (travaux dirigés)

ÉVALUATION

25%	Devoirs (5 × 5%) *
30%	Examen intra
45%	Examen final

* Selon la politique actuelle du département de physique, on demande aux étudiants de soumettre leurs devoirs par équipes de deux.

BIBLIOGRAPHIE

1. Notes de cours, PHQ214 (Jeffrey Quilliam)
2. F. S. Crawford, ONDES (traduction de : Waves, Berkeley physics course, volume 3), Dunod, Paris, 1999. (QC 21 B47 V.3F 1999).
3. W. C. Enmore and M.A. Heald, *Physics of Waves*, Dover Publications, New York 1969. (QC 157 E4P 1969).
4. A. P. French, *Vibrations and Waves*, dans la série M.I.T Introductory physics series, W. W. Norton & Company, 1971. (QC 235, F7V 1971).
5. K. U. Ingard, *Fundamentals of Waves and Oscillations*, Cambridge University Press, 1988. (QC 157 I54 1988).
6. L. Meirovitch, *Elements of vibration analysis*, McGraw-Hill, New York, 1986. (QA 935 M53 1986)