

PHQ210 – PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES

Cours

Titre :	Phénomènes ondulatoires
Sigle :	PHQ210
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

Moniteur

Nom :	Alexis Reymbaut
Courriel :	alexis.reymbaut@gmail.com

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

- Leçons magistrales : lundi 10h30 – 12h30, mercredi 8h30 – 9h30
- Travaux dirigés : mercredi 9h30 – 10h30

OBJECTIFS

En général, le cours PHQ-210 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 PHQ 210, 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

L'horaire est établi en fonction de 12 semaines effectives de cours. Les exercices faits en classe consistent en l'application des concepts vus en classe et en la correction des devoirs.

Dates	Contenu
5 janvier 7 janvier 12 janvier 14 janvier	Introduction Définir les outils mathématiques (équations différentielles) Oscillateur harmonique libre Décrire un mouvement harmonique simple, linéarité et superposition Analyser les oscillations libres de systèmes simples. Exemples mécaniques et circuits électriques
19 janvier, 20 janvier	Analyser des systèmes à deux degrés de liberté (mode propres) Pendules couplés, systèmes à plusieurs ressorts, circuits électriques plus compliqués
26 janvier	Séries et transformées de Fourier Révision de nombres complexes
2 février, 4 février	Analyser les oscillations libres de systèmes à plusieurs degrés de liberté. Équation d'onde classique Modes propres et ondes stationnaires; conditions de frontière.
9 février, 11 février	Analyser les oscillations libres de systèmes discrets. Relation de dispersion. Transformées de Fourier discrètes et la théorème de Nyquist Masses-ressorts, pendules couplés, circuits LC, phonons.
16 février 18 février 9 mars	Oscillateur harmonique amorti et forcé Solutions transitoires et stationnaires, phénomène de résonance. Analyser les oscillations forcées de systèmes à plusieurs degrés de liberté
11 mars 16 mars 18 mars 23 mars	Décrire des ondes progressives. Phase et relation de dispersion. Impédance, réfraction, réflexion et transmission Flux d'énergie.
25 mars 30 mars 1 avril 8 avril	Analyser le phénomène de paquet d'ondes. Vitesse de groupe. Modulation. Impulsions Analyse de Fourier, fonction delta

Méthodes pédagogiques

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

Évaluation

25%	Devoirs (5 × 5%)
25%	Examen intra
50%	Examen final

Bibliographie

1. Notes de cours, PHQ210 (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)