

UM4MET14 – Vibrations et Ondes (Vibrations and Waves)

Lucas Frérot & Antoine Hajczak

2025-06-23 10:02:31 +0200

Informations générales

Title (EN)	Vibrations and Waves
Titre (FR)	Vibrations et Ondes
Nom du ou de la responsable de l'UE	Lucas Frérot & Antoine Hajczak
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	18
Volume h TD / Amount of exercise hours	26
Volume h TP / Amount of practical work hours	12
Volume h Projet / Amount of project hours	0
ECTS	6
Semestre	Automne (S1)
Semester	Sept-Jan (S1)
Langue	Français
Language	Français
Localisation	campus PMC
Code de l'UE	UM4MET14

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Vibrations

Systèmes à 1DDL

- Approche énergétique du mouvement
- Réponse libre, régimes d'amortissement, temps caractéristiques
- Réponse forcée harmonique, résonnance, fonction de transfert

- Réponse forcée quelconque

Exemples: pendule, suspension d'une roue, machine à laver

Systèmes à NDDL

- Approche énergétique du mouvement
- Réponse libre, décomposition du mouvement oscillatoire en modes propres, fréquences propres
- Efforts généralisés, réponse forcée
- Méthodes approchées, quotient de Rayleigh

Exemples: train, pendules couplés, moteur d'hélice

Systèmes continus

- Approche élémentaire différentielle du mouvement, approche énergétique
- Méthode approchée de discrétisation : Rayleigh-Ritz / Ritz-Galerkin
- Méthode exacte de résolution, conditions aux limites, décomposition en modes propres
- Relation de dispersion

Exemples: corne de Narval, rail de train, flèche d'arc

Ondes

Notions transverses

- Vitesse de propagation
- Relation de dispersion
- Vitesse de phase, vitesse de groupe
- Conditions de transmission/reflexion

Systèmes étudiés

- Ondes dans des fluides parfaits
 - Ondes dans des solides élastiques linéaires
 - Ondes de gravité
-

Semaine	Cours Magistral	Travaux Dirigés
---------	-----------------	-----------------

Déroulé des séances (en heures)

Semaine	Cours Magistral	Travaux Dirigés
1	2	2
2	2	2
3	2	2
4	2	2
5	2	2
6	0	2
7	0	2
8	0	2
9	2	2
10	2	2
11	2	2
12	2	2
13	0	2

Content (EN)

Vibrations

Single Degree of Freedom (1DOF) Systems

- Energy-based approach to motion
- Free response, damping regimes, characteristic times
- Harmonic forced response, resonance, transfer function
- General forced response

Examples: pendulum, wheel suspension, washing machine

Multiple Degrees of Freedom (NDOF) Systems

- Energy-based approach to motion
- Free response, decomposition of oscillatory motion into natural modes, natural frequencies
- Generalized forces, forced response
- Approximate methods, Rayleigh quotient

Examples: train, coupled pendulums, propeller engine

Continuous Systems

- Elementary differential approach to motion, energy-based approach
- Approximate discretization method: Rayleigh-Ritz / Ritz-Galerkin
- Exact solution method, boundary conditions, decomposition into natural modes
- Dispersion relation

Examples: narwhal tusk, train rail, arrow

Waves

General Concepts

- Propagation speed
- Dispersion relation
- Phase velocity, group velocity
- Transmission/reflection conditions

Studied Systems

- Waves in ideal fluids
- Waves in linear elastic solids
- Gravity waves

Semester planning (in hours)

Week	Lecture	Exercises / Tutorials
1	2	2
2	2	2
3	2	2
4	2	2
5	2	2
6	0	2

Week	Lecture	Exercices / Tutorials
7	0	2
8	0	2
9	2	2
10	2	2
11	2	2
12	2	2
13	0	2

Mots clés (FR)

vibrations; systèmes discrets; systèmes continus; modes propres; ondes; dispersion; propagation; réflexion; transmission

Prérequis (FR)

Dynamique à 1 degré de liberté, algèbre linéaires, équations aux dérivées partielles

Pre-requisites (EN)

1 degree of freedom harmonic oscillators, linear algebra, partial differential equations

Modalité d'évaluation

Deux contrôles sur la partie vibration, coefficient 1.2 pour chaque controle. Un contrôle pour la partie ondes, coefficient 2. Une note de TP, coefficient 1.2.

Assessment

Two exams on vibrations, each weighted 1.2. One exam on waves, weighted 2. One grade on practical work, weighted 1.2.

Acquis d'Apprentissage Visés

- Savoir établir les énergies cinétiques et potentielles d'un système dynamique
- Savoir dériver l'équation du mouvement d'un système dynamique à partir des énergies
- Savoir décomposer la vibration d'un système linéaire en modes propres, comprendre la relation entre un mode de vibration et sa fréquence propre, et comment ces modes répondent à une sollicitation externe
- Expliquer des phénomènes physiques liés aux ondes par les propriétés de propagation des milieux et interfaces

Bibliographie

Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M. L. & Feynman, R. P. Mainly Mechanics, Radiation, and Heat. (Addison-Wesley, Reading/Mass., 2007). **Chapters 21, 22, 23, 24, 25, 47, 48, 49, 50, 51**



Figure 1: Figure

Version PDF