DPT GENIE MECANIQUE
INSA Campus LyonTech - DPT GENIE MECANIQUE - bât. J. FERRAND
12, des rue des sports - 69621 VILLEURBANNE
Tel. 0472436226

Mécanique

Mécanique Lagrangienne et dynamique des systèmes mécaniques

IDENTIFICATION

CODE : GM-3-S1-EC-MLAG
ECTS : 3.0

HORAIRES

Cours :	10.0 h
TD :	24.0 h
TP :	8.0 h
Projet :	0.0 h
Face à face pédagogique :	42.0 h
Travail personnel :	42.0 h
Total :	84.0 h

ÉVALUATION

SUPPORTS PÉDAGOGIQUES

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT

M. TOTARO Nicolas
nicolas.totaro@insa-lyon.fr
Tel. : 0472438082

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CET ENSEIGNEMENT

L'objectif de cet EC est d'appendre aux étudiant(e)s à modéliser un système mécanique par l'approche variationnelle de Lagrange. Dans un premier temps, les étudiant(e)s seront sensibilisés au caractère très général de l'approche qui permet de modéliser quasiment tous les domaines de la physique et de la mécanique. En effet, cette méthode d'optimisation sous contrainte est basée sur la minimisation ou la stationnarisation d'une quantité (temps de parcours, temps de propagation, distances, énergie potentielle, action) pour obtenir les lois de comportement ou les équations du mouvement d'un système. Ainsi cette approche se retrouve dans des domaines aussi variés que l'optique, la balistique, les géodésiques, la mécanique céleste, la mécanique des milieux continus, la dynamique des systèmes mécaniques, les vibrations de systèmes discrets et continus, l'électrodynamique, la relativité générale ou la mécanique quantique.
Le principe de moindre action permettant d'obtenir les équations d'Euler-Lagrange et donc les équations du mouvement sera introduit dans le cas de points matériels. La notion d'équation de contrainte sera introduite par l'exemple, en passant du problème de la chute libre au problème du pendule.
Ensuite, la théorie des puissances virtuelles sera démontrée sur le cas de la dynamique des systèmes en partant des théorèmes généraux. Ainsi, les notions de coordonnées généralisées, de champs de vitesses virtuelles, de forces généralisées et de puissances virtuelles seront utilisées pour écrire le théorème de d'Alembert et in fine retrouver les équations d'Euler-Lagrange qui avaient obtenues précédemment par l'application du principe de moindre action sur les points matériels.
La notion de champs de vitesses virtuelles incompatibles sera introduite pour permettre de faire apparaître dans les équations du mouvement certaines actions mécaniques ciblées, dans un objectif de quantification et de dimensionnement.
Enfin, l'étude des positions d'équilibre, de la stabilité de ces positions et des petits mouvements autour de la position d'équilibre permettra d'introduire la notion de linéarisation et de vibrations des systèmes mécaniques.
Durant ce cours, des liens seront fait avec la théorie des poutres, la mécanique des solides déformables ainsi que la mécanique des vibrations.
La résolution numérique des équations du mouvement obtenus sera réalisée dans certains cas pour initier, par l'exemple, les étudiants aux grandes notions des méthodes numériques qui seront abordées au semestre suivant. Ces résolution numérique seront l'occasion d'exploitation des modèles.

PROGRAMME

1. Principe de moindre action : résolution de problèmes par le principe de moindre action (ou de minimisation de l'énergie potentielle) sans ou avec équations de contrainte (par exemple, problème du caténaire, problème de surface minimale, balistique, problème à deux corps en mécanique céleste). Introduction des équations de contrainte.
2. Des théorèmes généraux aux équations d' Euler-Lagrange : obtentions des équations du mouvement de systèmes de solides rigides en boucles ouvertes et résolution numérique guidée des équations du mouvement et exploitation des données (jupyter notebook).
3. Equations de contrainte holonomes et non-holonomes : obtentions des équations du mouvement de systèmes de solides rigides en boucles fermées et résolution numérique guidée des équations du mouvement et exploitation des données (jupyter notebook).
4. Champs de vitesses virtuelles incompatibles : théorie des poutes par l'approche de puissances virtuelles (obtention des efforts normaux en traction/compression, obtention des efforts tranchants et moments fléchissants en flexion, détermination du torseur d'une liaison encastrement...). Application à des systèmes mécaniques de solides rigides en dynamique.
5. Positions d'équilibre, stabilité et petits mouvements : Mise en équations d'un problème de vibrations pour un système de type masse-ressort ou absorbeur dynamique. Résolution numérique. Mise en équations d'un problème de vibration plus avancé et introduction de la notion de modèle équivalent.
6. Analyse d'un système dynamique ayant un objectif de développement durable (récupération d'énergie, minimisation de consommation d'énergie) : quantification des ordres de grandeurs et analyse critique des systèmes. Par exemple récupération d'énergie grâce aux forces houlomotrices, grâce aux exercices physiques sur machines de salles de sport, utilité d'un système de suivi solaire pour les panneaux solaires...

PRÉ-REQUIS

Théorèmes généraux de la dynamique. Calcul des vitesses de solides rigides.

INSA LYON
Campus LyonTech La Doua
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France
Tel. +33 (0)4 72 43 83 83 - Fax +33 (0)4 72 43 85 00
www.insa-lyon.fr