UCLouvain

lmat1261

2019

Mécanique lagrangienne et hamiltonienne

Au vu du contexte sanitaire lié à la propagation du coronavirus, les modalités d'organisation et d'évaluation des unités d'enseignement ont pu, dans différentes situations, être adaptées ; ces éventuelles nouvelles modalités ont été -ou seront- communiquées par les enseignant·es aux étudiant·es.

5 crédits	22.5 h + 30.0 h	Q1

Enseignants	Hagendorf Christian ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Cours d'analyse mathématique LMAT1121 et LMAT1122, cours d'algèbre linéaire LMAT1131, cours de notions de physique mathématique LMAT1161. Maîtrise de la langue française du niveau de la dernière année de l'enseignement secondaire. *Le(s) prérequis de cette Unité d'enseignement (UE) sont précisés à la fin de cette fiche, en regard des programmes/formations qui proposent cette UE.*
Thèmes abordés	Mécanique lagrangienne. Principes variationnels en mécanique analytique et formalisme canonique. Symétries et lois de conservation. Mouvement du corps solide.
Acquis d'apprentissage	Contribution du cours aux acquis d'apprentissage du programme de bachelier en mathématique. A la fin de cette activité, l'étudiant aura progressé dans sa capacité à : (a) Connaître et comprendre un socle fondamental des mathématiques. Il aura notamment développé sa capacité à : • i. Choisir et utiliser des méthodes et des outils fondamentaux de calcul pour résoudre des problèmes de mathématique. • ii. Reconnaître les concepts fondamentaux de certaines théories mathématiques actuelles. • iii. Etablir les liens principaux entre ces théories, les expliquer et les motiver par des exemples. (b) Dégager, grâce à l'approche abstraite et expérimentale propre aux sciences exactes, les aspects unificateurs de situations et expériences différentes en mathématique. 1 (c) Faire preuve d'abstraction et d'esprit critique. Il aura notamment développé sa capacité à : • i. Reconnaître les arguments clef et la structure d'une démonstration. • ii. Faire la distinction entre l'intuition de la validité d'un résultat et les différents niveaux de compréhension rigoureuse de ce même résultat. Acquis d'apprentissage spécifiques au cours. A la fin de cette activité, l'étudiant sera capable de : • (a) Ecrire les équations d'Euler-Lagrange pour un système à plusieurs degrés de liberté. • (b) Résoudre des problèmes variationnels élémentaires, être familier avec le formalisme hamiltonien. • (c) Déterminer et exploiter les symétries d'un problème de mécanique pour décrire son mouvement et ses caractéristiques. • (d) Décrire et analyser le mouvement du corps solide. - - - - *La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».*
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	**En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.** • L'évaluation se fait sur base d'un examen écrit. Il porte sur les notions théoriques et leurs applications à des problèmes de mécanique analytique. On y teste la compréhension des concepts vus au cours, la capacité d'analyser un problème de mécanique analytique par une modélisation mathématique, la maîtrise des techniques de calcul ainsi que la présentation cohérente des solutions. • La participation active aux séances d'exercices peut apporter un bonus de au plus 2 points sur 20 qui s'ajoutent à la note de l'examen.

Méthodes d'enseignement	**En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.** Les activités d'apprentissage sont constituées par des cours magistraux et des séances de travaux pratiques. Les cours magistraux visent à introduire les concepts fondamentaux, à les motiver en donnant des exemples et en établissant des résultats, à montrer leurs liens réciproques et leurs relations avec d'autres cours du programme de bachelier en sciences mathématiques et sciences physiques. Les séances de travaux pratiques visent à apprendre à modéliser des problèmes physiques, choisir et utiliser des méthodes de calcul pour leur analyse et interpréter les résultats obtenus.
Contenu	Cette unité d'enseignement est la suite de LMAT1161 "Notions de physique mathématique". Son but est de développer et approfondir les concepts de la mécanique analytique. Les sujets abordés jouent un rôle important dans la suite du cursus de bachelier en sciences physiques et mathématiques. La présentation de ces sujets, notamment l'équilibre entre des raisonnement intuitifs et de la rigueur mathématique, est adaptée aux étudiants de ces deux disciplines. Les contenus suivants sont abordés : 1. **La mécanique lagrangienne** • systèmes avec contraintes, coordonnés généralisées; • le principe d'Alembert, les équations d'Euler-Lagrange; • le principe de Hamilton, éléments du calcul variationnel; • symétries et lois de conservation. 2. **La mécanique hamiltonienne** • la transformation de Legendre; • les équations canoniques; • les crochets de Poisson; • les transformations canoniques. 3. **La théorie de Hamilton-Jacobi** • l'équation de Hamilton-Jacobi et ses méthodes de résolution; • la séparation des variables; • les variables angle-action; • vers la mécanique quantique.
Ressources en ligne	Le site Moodle du cours contient le syllabus du cours, les énoncés des exercices pour les séances de travaux pratiques, le plan détaillé du cours ainsi que les références bibliographiques.
Bibliographie	• Arnold, *Mathematical methods of classical mechanics.* Springer 1997 Ouvrage à recommander aux étudiants avec une préférence pour la rigueur mathématique. Il est très détaillé et dépasse largement le cadre du cours. • Fomin, *Calculus of variations.* Dover Publications 2000. Ouvrage classique sur le calcul variationnel et ses applications à la mécanique classique, contient de nombreux exemples et exercices. • Landau, Lifshits, *Cours de physique théorique. Tome 1 : Mécanique*. Edition Mir 1994. Ceci est une référence standard pour physiciens. Il couvre tous les sujets des cours LMAT1161 et LMAT1261 (et bien plus), contient des exercices et leurs solutions. • Morin, *Introduction to Classical Mechanics: With Problems and Solutions.* Cambridge University Press 2008. Ouvrage récent très pédagogique, contient beaucoup d'exercices et leurs solutions. • Nolting, *Theoretical Physics 2: Analytical mechanics.*Springer-Verlag 2016. Ouvrage très pédagogique, contient beaucoup d'exercices et leurs solutions. • Goldstein, *Classical mechanics*. Addison-Wesley 2007. Référence classique pour physiciens avec de nombreux exemples, applications et exercices (sans solutions).
Faculté ou entité en charge:	SC

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)

Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Bachelier en sciences mathématiques	MATH1BA	5	LMAT1121 ET LMAT1161	
Bachelier en sciences physiques	PHYS1BA	5	LPHYS1111	
Approfondissement en sciences mathématiques	LMATH100P	5		
Mineure en mathématiques	LMATH100I	5		