

Présentation pédagogique

Étude quantitative de quelques systèmes astrophysiques fondée sur les connaissances de physique générale acquises en L2 et L3 et mettant en lumière les relations entre observation et modélisation par l'intermédiaire de projets utilisant la plateforme expérimentale d'astrophysique.

Prérequis

Dynamique gravitationnelle. Équilibre hydrostatique.
Électromagnétisme et optique. Notions de thermodynamique statistique. Notions de mécanique quantique.
Modélisation et méthodes numériques.

Thèmes abordés

Mécanique lagrangienne :

- Introduction aux principes variationnels et au calcul des variations. La courbe brachistochrone. Le problème de l'obstacle. Solutions dans le domaine des fonctions et des distributions.
- Le principe variationnel en mécanique. Fonction de Lagrange (ou Lagrangien) et principe de moindre action. Équations de Lagrange. Champ d'application.
- Le Lagrangien d'un point matériel, d'un système de points matériels et d'un solide rigide. Exemples et applications.
- Lois de conservation. Principe d'inertie. Théorème du viriel.
- Intégration des équations du mouvement. Systèmes linéaires et non-linéaires. Exemples : toupie symétrique, oscillations harmoniques à N degrés de liberté, vibrations de molécules, diffusion de Rutherford.

Mécanique hamiltonienne :

- Les transformations de Lagrange. Signification géométrique et applications. Variables conjuguées. La fonction de Hamilton et sa signification physique.
- Équations de Hamilton. Crochets de Poisson et algèbre de Poisson. Applications.
- Principe de Maupertuis. Applications. Principe de Fermat et géodésiques.
- Transformations canoniques. Coordonnées et impulsions généralisées. Applications.
- Théorème de Liouville. Signification géométrique. Applications.
- Équations de Hamilton-Jacobi. Intégration des équations du mouvement par séparation des variables. Applications.

Acquis attendus à l'issue de l'UE

Apprendre une nouvelle approche pour l'étude des systèmes mécaniques basées sur une formulation formelle de la mécanique. Acquérir des nouveaux outils mathématiques, tels que le calcul des variations et l'algèbre de Poisson. L'étudiant devra apprendre à déterminer lui-même la meilleure stratégie de résolution d'un problème de mécanique, en identifiant avantages et inconvénients des formulations lagrangienne ou hamiltonienne du problème.

Organisation pédagogique

2h par semaine de cours et 2h par semaine dédiées à la résolution de problèmes.

Ouvrages de référence

Physique théorique: Mécanique, vol. 1, L. D. Landau, E. Lifchitz, (Editions MIR, 1960).

Mécanique Classique, H. Goldstein, (Presses Universitaires de France, 1964).

Principes et Applications de Mécanique Analytique : Cours, exercices corrigés, planches de synthèse, C. Potel, (Editions Cépaduès, 2006).

Informations pratiques

Crédits

6 ECTS

Période d'enseignement :

2^{ème} semestre de L3 (S6)

Enseignement à distance :

Oui

Enseignement en présentiel :

Oui

Volume horaire et implication :

CM : 30h

TD : 30h

Contact

Enseignants

Andrea GAUZZI

Jean-Pierre MARCO