PHYS-210

Physique numérique (pour SPH)

Decker Joan

Cursus	Sem.	Type
Physique	BA4	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	6
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Pendant le semestre
Charge	180h
Semaines	14
Heures	**6 hebdo**
Cours	2 hebdo
Exercices	3 hebdo
Projet	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Aborder, formuler et résoudre des problèmes de physique en utilisant des méthodes numériques élémentaires. Comprendre les avantages et les limites de ces méthodes (stabilité, convergence). Illustrer différents sujets de physique traités dans d'autres cours.

Contenu

Résolution de problèmes aux valeurs initiales et/ou aux valeurs aux bords, décrits par des équations différentielles ordinaires ou des équations aux dérivées partielles.
Introduction : discrétisation, intégration et différentiation. Différences finies. Convergence et stabilité numériques.
Evolution temporelle, problèmes à valeur initiale : Schémas d'Euler explicite, implicite et semi-implicite. Schémas symplectiques : Euler-Cromer, Stormer-Verlet. Schémas Runge-Kutta d'ordre 2 et 4. Pas de temps adaptatif. Etudes de convergence. Ordre de convergence. Analyse de stabilité. **Applications : Mouvements oscillatoires linéaires et non-linéaires, chaos. Gravitation à N corps.**
Problèmes à valeurs aux bords : Schémas de tir. Singularités. Différences finies. Méthodes itératives: Jacobi, Gauss-Seidel, surrelaxation. Elements finis: forme variationnelle, méthode de Galerkin. **Applications : Electrostatique. Chaleur stationnaire.**
Evolution spatio-temporelle : Schémas explicites. Analyse de stabilité de Von Neumann. Comparaison avec WKB. Schéma semi-implicite de Crank-Nicholson. Conservation de l'énergie et de la probabilité. **Applications : Advection-Diffusion. Ondes en milieux homogène et inhomogène. Equation de Schrödinger.**
Plusieurs applications seront faites en exercice (projets de 2 à 4 semaines, effectués en binômes), impliquant la formulation du problème, sa discrétisation, la formulation et l'implémentation de l'algorithme dans un code de programmation, l'obtention et l'analyse des résultats, et l'écriture de rapports. Ceux-ci seront évalués et notés.

Compétences requises

Cours prérequis indicatifs

Cours de 1e année (Physique avancée I-II, Programmation, Informatique, Analyse avancée I-II, Algèbre linéaire avancée I-II)

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant.e doit être capable de:

- Modéliser un problème physique d'évolution temporelle ou spatio-temporelle ou spatial
- Choisir ou sélectionner une méthode numérique appropriée
- Concevoir un code numérique implémentant la méthode

- Evaluer la qualité de la solution numérique obtenue
- Composer un raport scientifique présentant les résultats et analyses
- Comparer solution numérique et solution analytique si elle existe
- Conduire une étude de stabilité et de convergence numérique

Compétences transversales

- Utiliser les outils informatiques courants ainsi que ceux spécifiques à leur discipline.
- Utiliser une méthodologie de travail appropriée, organiser un/son travail.
- Ecrire un rapport scientifique ou technique.

Méthode d'enseignement

Présentations ex cathedra, travaux dirigés

Travail attendu

Participation au cours et aux séances d'exercices. Résolution de projets impliquant la formulation analytique, les méthodes numériques et leur implémentation dans un code de calcul. Production et analyse des résultats. Soumission des rapports.

Méthode d'évaluation

Contrôle continu

Encadrement

Office hours	Oui
Assistant.e.s	Oui

Ressources

Service de cours virtuels (VDI)

Oui

Bibliographie

Notes de cours
N.J. Giordano, Computational Physics, Pearson Prentice Hall 2006
F.J. Vesely, Computational Physics, an Introduction, Kluwer Academic Plenum 2001

Ressources en bibliothèque

- Retrouver les références à la Bibliothèque

Polycopiés

Disponible sur le site web du cours.

Sites web

- http://moodle/course/enrol.php?id=287

Liens Moodle

- https://go.epfl.ch/PHYS-210