ME-372

Méthode des éléments finis

Gmür Thomas

Cursus	Sem.	Type
Génie mécanique	BA5	Obl.
Mineur en Technologies spatiales	H	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
Heures	**3 hebdo**
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

Résumé

L'étudiant acquiert une initiation théorique à la méthode des éléments finis qui constitue la technique la plus courante pour la résolution de problèmes elliptiques en mécanique. Il apprend à appliquer cette méthode à des cas simples et à l'exploiter pour résoudre les problèmes de la pratique.

Contenu

A partir de la forme forte du problème-modèle unidimensionnel de la déformation axiale d'une barre à section uniforme en traction-compression, une formulation intégrale, puis faible, est développée dans un premier temps. Cette dernière est ensuite discrétisée au moyen du procédé de Galerkin et de la méthode des éléments finis. Les notions de fonctions de base, de classes de fonctions, d'espaces fonctionnels de Hilbert et de Sobolev et de convergence, nécessaires pour la compréhension de l'approche, sont brièvement décrites et la distinction entre conditions aux limites naturelle et essentielle est discutée. Une généralisation du problème-modèle unidimensionnel par l'introduction de diverses discontinuités (chargement, section, matériau, ...) dans la barre est ensuite étudiée et la notion d'éléments finis d'ordre élevé est abordée. Selon une démarche analogue à celle utilisée pour le problème unidimensionnel, le cours s'intéresse dans un second temps au problème-modèle bidimensionnel du transfert-chaleur par conduction jusqu'à sa formulation faible discrétisée en éléments finis bidimensionnels à variable scalaire (température). Les concepts d'éléments finis pères lagrangiens et sérendipiens, quadrangulaires et triangulaires, sont introduits, puis utilisés pour la création d'éléments finis bidimensionnels à géométrie quelconque (éléments finis géométriquement déformés). Après une étude de convergence des solutions approchées par éléments finis bidimensionnels, le cours se clôt sur un exemple d'application complet.

Mots-clés

Elément fini, Forme faible, Formulation intégrale, Méthodes numériques

Compétences requises

Cours prérequis obligatoires

- Introduction à la mécanique des structures
- Mécanique des structures (pour GM)
- Analyse III
- Mécanique des milieux continus
- Analyse numérique

Concepts importants à maîtriser

- Appliquer les concepts de la mécanique des solides rigides et déformables et de la mécanique des milieux continus pour modéliser et résoudre analytiquement des problèmes de statique et d'analyse de contraintes d'éléments de structures ou de mécanismes simples, S1
- Appliquer les principes de la statique et de la mécanique des structures pour l'analyse et le dimensionnement en statique et en flambage d'assemblage d'éléments mécaniques simples. Calculer les contraintes d'origine thermique dans des cas simples, S2

Acquis de formation

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

- Dériver une formulation par éléments finis d'un problème physique quelconque à partir de ses équations différentielles en forme forte (méthode des travaux virtuels ou approche variationnelle), S8
- Appliquer les concepts théoriques de la méthode des éléments finis pour la réalisation d'une étude complète d'un problème réel à partir d'un cahier des charges d'étude, fournir une analyse critique des résultats obtenus, S9

Compétences transversales

- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.

Méthode d'enseignement

Ex cathedra avec exercices hebdomadaires. Des simulations numériques sur ordinateur seront également présentées.

Travail attendu

- Participation au cours
- Résolution des exercices et problèmes

Méthode d'évaluation

Examen écrit

Encadrement

Office hours	Non
Assistants	Oui
Forum électronique	Non

Ressources

Bibliographie

Gmür Th., Méthode des éléments finis en mécanique des structures, PPUR, Lausanne, 2007, ISBN 978-2-88074-461-8.

Ressources en bibliothèque

- Méthode des éléments finis en mécanique des structures / Gmür

Liens Moodle

- http://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=14242

Préparation pour

- Modélisation et simulation par éléments finis
- Dynamique numérique des solides et des structures
- Méthodes de discrétisation en fluides
- Numerical methods in heat transfer
- Projets de génie mécanique I et II