Guia docent
250957 - ELEFINFLUI - Elements Finits en Fluids

Última modificació: 28/03/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona
Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA (Pla 2012). (Assignatura obligatòria). MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN MECÀNICA COMPUTACIONAL (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: MATTEO GIACOMINI

Altres: MATTEO GIACOMINI, ANTONIO HUERTA CEREZUELA

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
8378. Coneixements de modelització numèrica pràctica. Capacitat per adquirir coneixements en modelització numèrica avançada aplicada a diferents àrees de l'enginyeria tals com: o enginyeria civil i mediambiental o enginyeria mecànica i aeroespacial o Nanoenginyeria i bioenginyeria o enginyeria naval i marina, etc
8379. Coneixements de l'estat de l'art en algoritmes numèrics. Capacitat per posar-se al dia en les últimes tecnologies numèriques per a la resolució de problemes d'enginyeria i ciències aplicades.
8380. Coneixements de modelització de materials. Capacitat per adquirir els coneixements relatius als models físics moderns de ciència de materials (models constitutius avançats) en mecànica de sòlids i de fluids.
8382. Experiència en simulacions numèriques. Adquisició de soltesa en les eines de simulació numèrica modernes i la seva aplicació en problemes multidisciplinaris d'enginyeria i ciències aplicades.
8383. Interpretació de models numèrics. Comprendre l'aplicabilitat i les limitacions de les diferents tècniques de càlcul per ordinador.
8384. Experiència en la programació de mètodes de càlcul. Capacitat per adquirir formació en el desenvolupament i utilització de programes de càlcul existents, així com de pre i post processadors, coneixement de llenguatges de programació i de llibreries de càlcul estàndard.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura consta de 0,6 hores a la setmana de classes presencials a l'aula (grup gran) i 1,2 hores setmanals amb la meitat de l'estudiantat (grup mitjà).

Es dediquen a classes teòriques 0,6 hores en grup gran, en què el professorat exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria, presenta exemples i realitza exercicis.

Es dediquen 1,2 hores (grup mitjà), a la resolució de problemes amb una major interacció amb l'estudiantat. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics.

La resta d'hores setmanals es dedica a pràctiques de laboratori.

S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat mitjançant el campus virtual ATENeA: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

El curs cobreix tant els aspectes teòrics essencials així com l'aplicació pràctica d'aquests. En particular tècniques especifiques per a les equacions d'Euler i de Navier Stokes.

Conèixer els fonaments teòrics i pràctics del mètode dels elements finits aplicat a la dinàmica de fluids, identificar els aspectes teòrics fonamentals i els aspectes computacionals inherents a aquestes. Conèixer els fonaments del comportament de les aproximacions numèriques a la dinàmica de fluids: Les seves equacions, les discretitzacions espacials i temporals i els aspectes matemàtics més rellevants, com l'estabilització de la convecció i la incompresibilidad, entenent els aspectes més importants en la discretització espacial i temporal així com identificar les correctes condicions de contorn i els mètodes més adequats per a la solució dels diversos problemes de dinàmica de fluids. L'alumne desenvolupará habilitats pràctiques per manejar tensors, formular i realitza anàlisis de diversos problemes d'enginyeria en sòlids i fluïts.

* Equacions de conservació.
* Estabilització de l'equació estacionària de convecció.
* Integració temporal de l'equació transitòria de transport.
* Flux compresible.
* Problemes transitoris de convecció difusió.
* Flux viscós incompresible.
* Modelatge de la turbulència.
* Temes avançats.

Recursos per a l'aprenentatge:
o Apunts de classe
o Donea, J., Huerta, A., Finite Element Methods for Flow Problems, Wiley, 2003

Aquest curs cobreix els aspectes teòrics i pràctics essencials de l'aproximació numèrica d'equacions en derivades parcials per a la descripció de fluxos compressibles i incompressibles, específicament les equacions d'Euler i de Navier-Stokes.

Objectius d'aprenentatge: comprendre els fonaments de la descripció matemàtica del moviment dels fluids, construir algoritmes numèrics per simular fenòmens de convecció-difusió-reacció, entendre les dificultats numèriques i els mètodes per aproximar problemes de flux incompressible (equacions de Stokes i Navier Stokes) i de fluxos invíscidos (equacions d'Euler). Més específicament:
- descriure, predir i formular tècniques numèriques per problemes estacionaris de convecció-difusió-reacció lineal,
- comprendre les tècniques d'estabilització per a fluxos dominats per convecció,
- formular tècniques numèriques per als fluxos invíscidos,
- comprendre les principals dificultats en l'aproximació de les equacions hiperbòliques i el concepte de problema d'Euler ben plantejat,
- descriure, predir i formular tècniques numèriques per als fluxos incompressibles,
- comprendre les principals dificultats per a la resolució numèrica de les equacions de Stokes i Navier-Stokes.

Material docent
- Apunts de classe
- J. Donea, A. Huerta. Finite Element Methods for Flow Problems. Wiley 2003

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	25,5	20.38
Hores grup petit	9,8	7.83
Hores grup mitjà	9,8	7.83
Hores aprenentatge autònom	80,0	63.95

Dedicació total: 125.1 h

CONTINGUTS

Repàs de conceptes bàsics

Descripció:
Descripció de les equacions de moviment de flux
Forma feble. Discretització. Matrius elementals i ensamblatge. Integració numèrica. Element de referència
Implementació

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 1h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 7h

Problemes estacionaris de convección-difusió

Descripció:
Anàlisi de l'equació de convecció-difusió 1D. Efecte del nombre de Péclet i necessitat de estabilització
Equació de convecció-difusió 1D amb coeficients constants: paràmetre òptim d'estabilització. Formulacions estabilitzades consistents.
Solució d'una equació unidimensional. Oscil·lacions per números de Péclet > 1.
Formulacions estabilitzades.
Solució d'un problema en 2D.

Dedicació: 14h 23m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 8h 23m

Problemes de convecció pura

Descripció:
Tècniques clàssiques de discretització temporal i en espai: métopes theta i discretització de Galerki
Esquemes d'integració temporal d'ordre superior.
Discretització utilitzant mínims quadrats
Estabilitat i precisió (nombre de Courant).
Solució de problemas 1D i 2D per entendre les propietats d'estabilitat i precisió. Influència del nombre de Courant.

Dedicació: 14h 23m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 8h 23m

Problemes de flux compressible

Descripció:
Equacions escalars hiperbòliques no lineals: solucions febles. Discretització en temps I espai. Propietats bàsiques de les equacions d'Euler. Condicions de contorn.
Introducció als solucionadors de Riemann per a equacions hiperbòliques no lineals
Solució de l'equació de Burgers.

Dedicació: 19h 12m
Grup gran/Teoria: 2h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 11h 12m

Problemes de flux incompressible viscoso

Descripció:
Condició inf-sup. Discretització temporal i espacial.
Forma feble utilitzant una formulació mixta. Formulacions estabilitzades
Tècniques eficients per a fluxos incompressibles viscosos transitoris
Problema de flux de cavitat. Elements mixtos estables i inestables. Efecte del nombre de Reynolds

Dedicació: 28h 47m
Grup gran/Teoria: 2h
Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 16h 47m

Discontinuous Galerkin

Descripció:
Conceptes bàsics sobre mètodes moderns discontinus de Galerkin
Formulació i avantatges de hybridizable discontinuous Galerkin per a problemes de flux
Detalls de la implementació de HDG

Dedicació: 19h 12m
Grup gran/Teoria: 2h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 11h 12m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota de l'assignatura s'obté d'una avaluació contínua durant tot el curs. Aquesta avaluació consta de diverses activitats, tant individuals com en grup, de formació incremental, que es duen a el cap durant el mòdul, tant dins com fora de l'aula.

La qualificació final es computarà de la següent manera:
- 35% examen escrit sobre la primera part de l'assignatura (Test 1);
- 35% examen escrit sobre la segona part de l'assignatura (Test 2);
- 30% treball a classe (tasques periòdiques d'exercicis pràctics i de programació).

Les proves escrites avaluaran l'assimilació dels conceptes fonamentals relacionats amb els objectius d'aprenentatge de l'assignatura i constaran de:
- preguntes teòriques sobre els mètodes numèrics presentats a classe;
- exercicis pràctics que requereixen escriure la formulació discreta per a un mètode i un problema determinats;
- preguntes d'interpretació dels resultats a partir de la teoria estudiada a classe.

L'avaluació de la feina a classe valorarà l'aprenentatge incremental dels estudiants i es basarà en:
- tasques periòdiques que consisteixen en exercicis escrits i de programació sobre els mètodes numèrics vistos durant l'assignatura. Aquests treballs seran corregits i avaluats.
- participació durant classes teòriques, exercicis i classes pràctiques.

Per a la versió a distància de l'Màster, l'avaluació de la feina a classe només considerarà les tasques enviades.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Les tasques s'han d'enviar a través d'ATENeA respectant el termini anunciat. Els lliuraments tardanes o les tasques enviades per altres mitjans no seran acceptades i es qualificaran amb 0.

Les tasques s'han de fer de manera individual: s'anima els estudiants a confrontar sobre els problemes, però els treballs enviats han de ser el resultat dels esforços propis de cada estudiants. El plagi en les tasques serà sancionat amb un 0 a la nota de la feina a classe.

Els exàmens escrits (test 1 i 2) hauran de realitzar de forma individual i no s'admetran llibres o apunts de classe. El plagi durant els exàmens serà sancionat amb un 0 a la nota final de l'assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Donea, J.; Huerta, A. Finite element methods for flow problems [en línia]. Chichester: John Wiley & Sons, 2003 [Consulta: 19/02/2021]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0470013826. ISBN 0471496669.