

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

Unitat responsable:	205 - ESEIAAT - Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa		
Unitat que imparteix:	724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics		
Curs:	2019		
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA AERONÀUTICA (Pla 2014). (Unitat docent Optativa) MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ESPACIAL I AERONÀUTICA (Pla 2016). (Unitat docent Optativa)		
Crèdits ECTS:	5	Idiomes docència:	Anglès

Professorat

Responsable: Carlos David Perez-Segarra
Xavier Trias

Altres: Assensi Oliva
Jorge Chiva

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

CE13. MUEA/MASE: Comprensió i domini dels fenòmens associats a la combustió i a la Transferència de Calor i Massa.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Adquirir una formació bàsica en la resolució numèrica de les equacions governants en dinàmica de fluids i transferència de calor i massa.

Adquirir una primera experiència pràctica en la programació, verificació i validació de codis de CFD&HT (Computational Fluid Dynamics and Heat Transfer).

Familiaritzar-se amb l'ús de codis CFD&HT i adquirir la capacitat de jutjar de forma crítica la seva qualitat (verificació de les solucions numèriques i validació de les formulacions matemàtiques utilitzades).

Resultats de l'aprenentatge al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

Consolidació de les formulacions matemàtiques bàsiques de fenòmens de dinàmica de fluids i transferència de calor i massa.

Coneixement de diferents metodologies d'integració numèrica de les equacions de Navier-Stokes.

Introducció a la resolució de fluxos turbulents en base a metodologies de tipus RANS, LES i DNS.

Aplicació de tècniques de verificació de codis, verificació de solucions numèriques i validació de formulacions matemàtiques.

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup gran:	30h	24.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	15h	12.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	80h	64.00%

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

Continguts

<p>Introducció als mètodes numèrics en dinàmica de fluids i transmissió de calor i massa</p>	<p>Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 2h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Plantejament general de la formulació matemàtica i problemàtica implicada en la integració de les equacions pròpies de la dinàmica de fluids i de la transferència de calor i massa. Comentaris generals de les diferents metodologies d'integració de les equacions (diferències finites, volums finits, elements finits, mètodes espectrals, etc.).</p> <p>Activitats vinculades: Classe teòrica Classe pràctica Treball d'abast reduït Treball d'abast ampli</p> <p>Objectius específics: Revisió de les formulacions matemàtiques bàsiques en dinàmica de fluids i transmissió de calor i massa. Plantejament general de les diferents metodologies d'integració de les equacions de Navier Stokes.</p>	
<p>Resolució de l'equació de la transferència de calor per conducció de calor. Anàlisi permanent i transitori.</p>	<p>Dedicació: 24h Grup gran/Teoria: 9h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: Extensió de la metodologia explicada en els cursos bàsics de transferència de calor i massa i basada en tècniques de volums finits i malles de discretització estructurades, ortogonals i adaptables al domini. En aquest tema s'introduiran tècniques de volums finits. Pel tractament de geometries complexes s'utilitzarà el blocking-off method així com malles no estructurades amb volums finits no ortogonals i de formes diverses (e.g. tetraedres). S'explicaren les tècniques de tractament de dades i les taules de connectivitat. En aquesta etapa la resolució dels sistemes d'equacions de discretització es realitzarà amb els mètodes ja coneguts pels estudiants de cursos anteriors (Gauss-Seidel, line-by-line, tècniques de sub i sobrerrelaxació).</p> <p>Activitats vinculades: Classe teòrica Classe pràctica Treball d'abast reduït Treball d'abast ampli</p> <p>Objectius específics: Resolució numèrica de les equacions de la transferència de calor per conducció. Repàs de les tècniques bàsiques de resolució de grans sistemes d'equacions algebraïques resultants de les discretitzacions.</p>	

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

<p>Resolució d'equacions de tipus convecció-difusió.</p>	<p>Dedicació: 26h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 3h 30m Aprentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció: A diferència de les equacions plantejades en el tema anterior, aquí es presenta la forma genèrica de les equacions de transport amb els termes convectius. S'expliquen les diferents tècniques d'integració de l'equació i els problemes de precisió (difusió numèrica o falsa difusió) i/o convergència (estabilitat) que poden resultar segons l'esquema que s'utilitzi. Es plantegen diferents problemes benchmark amb mapes de velocitats donats (e.g. flux uniforme inclinat respecte de les coordenades, Smith-Hutton problem, etc.).</p> <p>Activitats vinculades: Classe teòrica Classe pràctica Treball pràctic dirigit Treball d'abast reduït</p> <p>Objectius específics: Presentació de l'equació de la convecció-difusió (equació genèrica de transport) i de la metodologia d'integració numèrica. Presentació de diferents esquemes pel terme convectiu. Presentació de diferents casos benchmark útils per la verificació dels codis desenvolupats pels estudiants.</p>	

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

Tècniques de verificació de codis i de les solucions numèriques i revisió dels solvers més adients.

Dedicació: 28h 30m

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 3h 30m

Aprenentatge autònom: 18h

Descripció:

Aquest tema aborda dos aspectes fonamentals en la metodologia de resolució numèrica. El primer està relacionat amb la verificació de codi i verificació de solucions numèriques. El segon a les tècniques de resolució de grans sistemes d'equacions algebraiques.

Referent al primer punt, es presenten diferents tècniques de verificació de codis, com pot ser comparatives amb casos simplificats però de solució analítica coneguda, verificació de balanços globals de massa, momentum i/o energia, creació de solucions numèriques ad hoc (el conegut com a MMS o Method of Manufactured Solutions). Una vegada el codi està suficientment verificat, s'expliquen tècniques per assegurar la qualitat de la solució numèrica (i.e. els resultats obtinguts no poden estar condicionats a la malla de discretització generada o els paràmetres numèrics utilitzats o al número de xifres significatives (precisió- utilitzades pe l'ordinador).

En una segona part es presenten solvers iteratius més eficients que els estàndard (Gauss-Seidel o el line-by-line). En particular, preconditionadors per mètodes de Krylov (CG, GMRES, BiCGSTAB) y mètodes de tipus multimalla-multinivell. En casos 3D amb direcció periòdica, es comenten mètodes de diagonalització de Fourier.

Activitats vinculades:

Classe teòrica

Classe pràctica

Treball pràctic dirigit

Treball d'abast reduït

Treball d'abast ampli

Objectius específics:

Presentació de tècniques de verificació de codis i de tècniques de verificació de les solucions numèriques generades.

Presentació de nous solvers més eficients pel tractament de grans sistemes d'equacions algebraiques resultants de la discretització d'equacions de transport tipus convecció-difusió.

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

Resolució de les equacions de Navier-Stokes

Dedicació: 34h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 8h

Aprenentatge autònom: 19h

Descripció:

Es planteja la problemàtica de resolució d'aquestes equacions, tant des de un punt de vista físic com numèric. Es comenten diferents propietats que han de conservar les equacions discretitzades i com aquestes propietats són introduïdes en el tractament numèric. La metodologia que s'explica es basa en tècniques de tipus explícit i esquemes de discretització espectro-consistent. L'algorisme global és de tipus fractional-step method. Es proposen diferents casos benchmark (driven cavity, differentially cavity, backward-facing step, etc.). Aquest plantejament permet a l'estudiant abordar situacions de fluxos turbulents amb models tipus DNS (Direct Numerical Simulation) i LES (Large Eddy Simulation). Es comenten aspectes fenomenològics relatius a la turbulència (cascada d'energia, filtrat de les equacions, mapes inicials i condicions de contorn) i de tractament estadístic de dades.

Activitats vinculades:

Classe teòrica

Classe pràctica

Treball d'abast reduït

Treball d'abast ampli

Objectius específics:

Metodologia de resolució de les equacions de Navier-Stokes (sistema d'equacions en derivades parcials de tipus convecció-difusió, no lineals i fortament acoblades).

Presentació de diferents casos benchmark útils per la verificació dels codis desenvolupats pels estudiants.

Introducció a la turbulència i a les tècniques de resolució numèrica en base a models de tipus DNS and LES.

205017 - Mètodes Numèrics en Transferència de Calor i Massa

Bibliografia

Bàsica:

Incropera, F.P.; DeWitt, D.P. Fundamentos de transferencia de calor. 4a ed. México [etc.]: Prentice Hall, cop. 1999. ISBN 9701701704.

Patankar, S.V. Numerical heat transfer and fluid flow. Washington: New York: Hemisphere; McGraw-Hill, cop. 1980. ISBN 0070487405.

Ferziger, J.H.; Peric, M. Computational methods for fluid dynamics. 3rd, rev. ed. Berlin [etc.]: Springer, cop. 2002. ISBN 3540420746.

Versteeg, H. K; Malalasekera, W. An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method. 2nd ed. Harlow, Essex: New York: Pearson Education, 2007. ISBN 9780131274983.

Roache, P.J. Fundamentals of computational fluid dynamics. Albuquerque, New Mexico: Hermosa, cop. 1998. ISBN 0913478091.

Complementària:

Pope, S.B. Turbulent flows. Repr. with corr. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521591252.

Bradshaw, P. An introduction to turbulence and its measurement. Oxford; New York: Pergamon Press, 1971. ISBN 080166202.

Libby, P.A. Introduction to turbulence. Bristol, PA: Taylor & Francis, cop. 1996. ISBN 1560321008.

Roache, P.J. Verification and validation in computational science and engineering. New Mexico: Hermosa Publishers, cop. 1998. ISBN 0913478083.

Shyy, W. [et al.]. Computational fluid dynamics with moving boundaries. Philadelphia [etc.]: Taylor & Francis, cop. 1996. ISBN 1560324589.

Altres recursos:

Material informàtic

Apunts

Apunts realitzats pel professorat de l'assignatura.