



DATOS IDENTIFICATIVOS

Fundamentos del Modelado Numérico de Procesos Termofluidodinámicos

Asignatura	Fundamentos del Modelado Numérico de Procesos Termofluidodinámicos			
Código	V04M155V01102			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Térmica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	1	1c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Correo-e	emortega@uvigo.es			
Web				
Descripción general				

Competencias

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B1	Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería térmica/energética en sus actividades profesionales o investigadoras
B2	Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas
B3	Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos multidisciplinares de la Ingeniería térmica/energética
C16	Afianzar conocimientos y destrezas en geometría, cinemática y dinámica
C17	Tener capacidad de selección de un modelo adecuado para un problema real concreto de cara a la simulación numérica y Comprender las diferencias entre los distintos métodos numéricos existentes, así como los distintos esquemas de resolución
C18	Comprender las propiedades básicas de los principales modelos y significado físico de los números adimensionales involucrados
C20	Conocimiento de los principios básicos de la Mecánica de Fluidos, de los modelos turbulentos y sus limitaciones
D1	Capacidad e iniciativa para tomar decisiones y evaluar soluciones alternativas o novedosas demostrando flexibilidad, rigor y profesionalidad
D2	Capacidad de análisis, síntesis, capacidad de planificación y gestión de la información
D3	Capacidad de comunicación oral y escrita de conocimientos y conclusiones a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
D4	Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Tener capacidad para seleccionar un modelo adecuado para un problema real concreto de cara a la simulación numérica	A2 A3 A5 C16 C17 C18 C20 D1 D2 D3 D4
Comprender las propiedades básicas de los principales modelos y el significado físico de los números adimensionales involucrados. Ser capaz de deducir los parámetros físicos más importantes para un problema real termo-fluidodinámico	A2 A3 A5 B3 C16 C17 C18 C20 D1 D2 D3 D4
Conocer el rango de aplicación de los distintos modelos de turbulencia así como sus limitaciones	A2 A5 B1 B2 C17 C18 C20
Conocer los distintos métodos de resolución numérica así como ser consciente de sus limitaciones	A2 B1 B2 B3 C16 C17 C18 C20 D1 D4

Contenidos

Tema

1. Introducción a la dinámica de fluidos computacional. Ecuaciones y modelos.	1.1 Ecuaciones generales del movimiento de fluidos. 1.1.a Notación integral 1.1.b Notación diferencial 1.1.c Notación compacta 1.2 Números adimensionales relevantes en mecánica de fluidos 1.2.a Ejemplos de modelos límite 1.3 Particularidades de los flujos: Capas límite 1.4 Ejemplos de campos acoplados: CFD-térmico. Interacción fluido-estructura
2. Flujos turbulentos	2.1 Introducción 2.2 Escala de Kolmogorov 2.3 Inviabilidad de la simulación numérica directa 2.4 Modelos de turbulencia 2.4.a Modelos RANS: - Promedios de Reynolds y de Favre - Ecuaciones promediadas. Esfuerzos aparentes de Reynolds. Problema del cierre - Ecuación de la energía cinética turbulenta - Hipótesis de Boussinesq: modelos algebraicos, de una ecuación y de dos ecuaciones - Leyes de pared. Modelos de alto y bajo número de Reynolds - Modelos de transporte de esfuerzos aparentes de Reynolds 2.4.b Modelos LES

3. Métodos usados en la resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes.

3.0 Descripción de los métodos más usados en simulación numérica
 3.0.a Diferencias Finitas (FDM)
 3.0.b Elementos finitos (FEM)
 3.0.c Volúmenes finitos (FVM)
 3.1 Discretización de las ecuaciones de fluidos.
 3.1.a Discretización del dominio computacional. Tipos de malla
 -Tratamiento de las capas límite
 3.1.b Ecuaciones discretizadas en FVM
 3.1.c Discretización de las condiciones de contorno

3.2 Flujos incompresibles. Ecuación de presión
 3.2.a Métodos de compresibilidad artificial
 3.2.b Acoplamiento presión-velocidad
 3.3 Discretización temporal
 3.4 Introducción a los métodos de resolución de las ecuaciones lineales
 3.5 Descripción de las técnicas de aceleración más usadas

4. Introducción al uso de distintos software (Comsol, Fluent y OpenFoam*) de simulación numérica de fluidos. Prácticas en aula informática
 *El uso de estos software quedará condicionado a la disponibilidad de licencias de uso por parte del centro así como a la correcta instalación de los mismos en el aula informática asignada

4.1 Flujo alrededor de un escalón. Flujo laminar y flujo turbulento
 4.2 Fuerzas aerodinámicas sobre cuerpos. Ejemplo de cálculo de la calle de Kármán tras un cilindro
 4.3 Flujo 2D alrededor de un perfil. Efecto suelo
 4.4 Ejemplo de un dispositivo mezclador de corrientes
 4.5 Ejemplo de flujo en microintercambiador de calor

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	15	0	15
Estudio de casos/análisis de situaciones	4	0	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	12.5	0	12.5
Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma	0	88	88
Otras	0	0	0

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.
Estudio de casos/análisis de situaciones	Análisis por parte del alumno del modelo a resolver en problemas específicos propuestos en clase
Resolución de problemas y/o ejercicios	Resolución de problemas de simulación numérica en aulas informáticas
Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma	Trabajo autónomo del alumno

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura
Estudio de casos/análisis de situaciones	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
-------------	--------------	---------------------------------------

Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma	Estudio de casos propuestos a los alumnos	80				
Otras	Participación y asistencia a actividades presenciales	20	A2 A3 A5	B1 B2 B3	C16 C17 C18 C20	D1 D2 D3 D4

Otros comentarios sobre la Evaluación

Se realizarán pruebas de estudio de casos/análisis de situaciones (descritas anteriormente) a lo largo del curso. Dichas pruebas tendrán un peso de un 80% en la nota final de la materia

La metodología de las pruebas de la segunda convocatoria serán del mismo tipo que de las de la primera convocatoria

Fuentes de información

BLAZEK, J., **Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications**, Elsevier,
 BARRERO & PÉREZ-SABORID, **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos**, Mc Graw Hill,
 CRESPO, A., **Mecánica de fluidos**, Ed. Thomson,
 SCHLICHTING, H, **Teoría de la capa límite**, Ediciones Urmo,
 WILCOX, **Turbulence Modeling**, DCW Industries,
 DAVIDSON, P. A., **Turbulence, an Introduction for Scientist and Engineers**, Oxford Univ. Press,
 FERZIGER, J., MILOVAN, P., **Computational Methods for fluid Dynamics**, 2ª edición, Springer,
 CHUNG, **Computational fluid Dynamics**, Cambridge University Press,
 HOMSY et al., **Mecánica de Fluidos Multimedia**, Cambridge University Press,
 White, F.M., **Viscous fluid flow**, 3rd ed. McGraw-Hill,
 White, F.M., **Heat and mass transfer**, Addison-Wesley,
 Greenshields, C. J., **OpenFOAM The Open Source CFD Toolbox. User Guide**, OpenFOAM Foundation Ltd.,
 Fluent ®, **Manual de usuario**, Fluent - Ansys,
 COMSOL Multiphysics®, **Comsol Multiphysics User Guide**, COMSOL AB.,
 Saad, Y., **Iterative Methods for Sparse Linear Systems**, Second Edition, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM),
 OpenFOAM Foundation, **OpenFOAM User Guide. Version 2.3.1**, 3rd Edition, Copyright © 2011-2014 OpenFOAM Foundation,

Recomendaciones

Otros comentarios

Dedicar el tiempo indicado de trabajo personal asignado, así como recurrir a tutorías personales con cada profesor para resolver las posibles dudas que surjan durante el trabajo personal del alumno.

Se recomienda un seguimiento total de la materia así como una actitud activa en las clases