

# Universitat Politècnica de Catalunya – Universitat de Barcelona

## Máster oficial de Ingeniería en Energía

### *Ficha de descripción de asignatura*

<b>Asignatura</b>		Intensificación en Transferencia de Calor y Masa		<b>Código:</b>	<b>33553</b>
				<b>Versión:</b>	
<b>Tipo:</b>	Oblig.	<b>Créditos totales ECTS:</b>	5	<b>Hora/semana totales:</b>	8,5
<b>Idioma:</b>	Cat.– Cast. - Inglés	<b>Créditos presenciales Teoría:</b>	1,5	<b>Hora/semana presenciales Teoría:</b>	3,5
<b>Horas/crédito:</b>	25	<b>Créditos presenciales Problemas:</b>	0,4	<b>Hora/semana presenciales Problemas:</b>	0,5
<b>Cuatrimestre:</b>	1r	<b>Créditos presenciales Laboratorio:</b>		<b>Hora/semana presenciales Laboratorio:</b>	0,5
<b>Nivel:</b>	Máster	<b>Créditos no presenciales:</b>	3,3	<b>Hora/semana no presenciales:</b>	4,0
<b>Coordinador:</b> A.Oliva					
<b>Profesores:</b> A.Oliva, C.D.Pérez-Segarra, J.Castro					
<b>Horario y lugar de tutorías:</b> Horario de tutoría: Las tutorías se realizarán preferentemente en el Dpto Máquinas y Motores Térmicos, ETSEIAT.					
<b>Prerrequisitos:</b> Conocimientos equivalentes a haber superado el curso de nivelación del máster.					
<b>Correquisitos:</b>					
<b>Objetivos generales:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundizar en la descripción física de los fenómenos de transferencia de calor y masa y de su formulación matemática.</li> <li>- Aplicación de diferentes técnicas computacionales para la resolución numérica de estas fenomenologías.</li> <li>- Desarrollo de códigos propios para el estudio del comportamiento fluido dinámico y térmico de diferentes casos que puedan ser de interés para el alumnado. Se incide en aspectos de verificación de código, verificación de las soluciones numéricas obtenidas, y de validación de la formulación matemática utilizada.</li> </ul>					
<b>Objetivos específicos de cada tema:</b>					
<b>Objetivos transversales:</b>					
<b>Programa de Teoría:</b>					
<p>1. Repaso de la formulación matemática básica en forma integral de fenómenos de dinámica de fluidos y transferencia de calor: sistemas aislados; sistemas cerrados; interacción con el exterior; punto de vista de Lagrange y Euler (partículas y volúmenes finitos); sistemas abiertos. Repaso de notación tensorial y vectorial. Formulación matemática en forma diferencial: ecuaciones básicas (conservación masa, cantidad de movimiento, energía, entropía) y ecuaciones derivadas (energía cinética, vorticidad, energía térmica, exergía,...).</p> <p>2. Introducción a la formulación matemática de flujos turbulentos. Aspectos físicos fundamentales de la turbulencia y su caracterización estadística. Resolución numérica directa de la turbulencia (DNS): posibilidades y limitaciones. Ecuaciones de Navier-Stokes promediadas y modelos de turbulencia RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes): high and low-Reynolds two-equation models, wall function, differentially-stress models, etc. Formulación matemática básica de los modelos tipo LES (Large Eddy Simulation). Breve introducción a los métodos numéricos de resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes.</p> <p>3. Resolución zonal de flujos mediante división en región no viscosa y capas límite (hidrodinámicas y térmicas). Formulación de las ecuaciones para la zona no viscosa (ecuaciones de Euler). Formulación de las ecuaciones para las capas límite laminares y turbulentas (análisis órdenes de magnitud). Repaso de soluciones analíticas de las ecuaciones de las capas límite laminares (hidrodinámicas y térmicas) en placas isotermas y de los métodos integrales. Introducción a los métodos numéricos de resolución de capas límite laminares y turbulentas. Acoplamiento de la zona no viscosa y de las capas límite (concepto de espesor de desplazamiento y métodos zonales generales).</p> <p>4. Resolución numérica de fenómenos de radiación. Repaso de conceptos básicos de radiación. Formulación general de la ecuación fundamental de la radiación (la RTE o Radiative Transfer Equation). Repaso de los métodos de análisis de radiación en medios no participantes. Extensión de la formulación a medios participantes. Introducción a las técnicas de resolución numérica de la intensidad de radiación espectral y direccional en base a métodos DOM (Discrete Ordinate Methods) y de volúmenes finitos.</p>					

5. Problemas especiales (selección de temas según el curso): Formulación matemática de flujos compresibles y fenómenos de ondas de choque. Transferencia de calor en gases rarificados. Formulación multidimensional de flujos bifásicos líquido vapor (condensación y evaporación). Formulación multidimensional de flujos bifásicos sólido-líquido. Otros temas...

**Prácticas de Laboratorio:**

Sobre una instalación experimental de investigación se identificarán las fenomenologías de transferencia de calor y masa presentes y se parametrizarán.

**Actividades No Presenciales:**

Resolución de ejercicios (analíticos y numéricos) tutelados por los profesores de la asignatura

**Carga semanal del estudiante en horas:**

Tipo de actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Teoría																
Prácticas																
Problemas																
Actividad No presencial																
Trabajo individual																
Trabajo en grupo																
Pruebas i exámenes																
Otras actividades																
<b>TOTAL</b>																

**Metodología docente:** Partiendo de una descripción básica de las fenomenologías presentes en transferencia de calor por conducción, convección y radiación, se repasa y profundiza en las formulaciones matemáticas fundamentales en dinámica de fluidos y transferencia de calor (ecuaciones de Navier-Stokes), considerando el tratamiento de flujos turbulentos y de radiación en medios participantes. Se profundiza en métodos zonales de división del dominio en capas límite y zona no viscosa. Se introduce al estudiante en los métodos numéricos básicos de resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes, del tratamiento zonal capas-limite y zona potencial, y de la radiación en medios participantes. Una vez que el estudiante haya adquirido una formación suficiente en las temáticas básicas, se presentarán en régimen de seminario distintos temas de interés más particular (gases rarificados, flujo compresible, flujo bifásico, etc.) en función del interés del estudiante y de la oportunidad de realizarlos. Los temas seleccionados podrán variar de curso a curso.

**Bibliografía Básica:**

1. E.R.G.Eckert, R.M.Drake, Analysis of Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill, New York, 1972.
2. W.M.Rohsenow, J.P.Hartnett, Y.I.Cho, Handbook of Heat Transfer, McGraw-Hill, New York, 1998.
3. R.W.Johnson (editor), The Handbook of Fluid Dynamics”, CRC Press, 1998.
4. J.H.Ferziger, M.Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, Germany, 1996.
5. P.J.Roache, Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, Hermosa Publishers, Albuquerque, 1998.
6. S. Pope, Turbulent Flows, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
7. D.C.Wilcox, Turbulence Modeling for CFD, DCW Industries, 1998 (2nd edition).
8. Viskanta, R., Radiative Transfer in Combustion Systems: Fundamentals and Applications, Begell House, New York, 2005.

**Bibliografía Complementaria:**

**Criterio de evaluación:**

Controles parciales: %	Ejercicios/problemas: %	Último control: %
No presencial: %	Prácticas: %	Otras pruebas: %

**Métodos de evaluación:**

- Realización de exámenes. Se prevén dos exámenes: uno parcial y otro final. El examen parcial se centra en temáticas de formulación matemática y de técnicas de resolución numérica en transferencia de calor por conducción. El examen final considera toda la materia si bien es posible eliminar alguna parte en función de la nota del examen parcial.
- Presentación y defensa de ejercicios propuestos al alumnado durante el desarrollo de la asignatura.
- Realización de códigos propios de simulación de sistemas y equipos térmicos.