

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	Transmisión de Calor
Código	AIM04
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Curso	3º
Cuatrimestre	1º
Créditos ECTS	4,5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	Energía
Coordinador	Luis Mochón Castro

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Luis Mochón Castro
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	Energía
Despacho	D-308
e-mail	lmochon@comillas.edu
Teléfono	91.542.28.00 Ext 2365
Horario de Tutorías	A definir al comenzar el curso

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Federico Ramírez Santa-Pau
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	Energía
Despacho	D-314
e-mail	framirez@comillas.edu
Teléfono	
Horario de Tutorías	A definir al comenzar el curso

<b>Profesores de Laboratorio</b>	
Nombre	José María Menéndez Sánchez
Nombre	Leopoldo Prieto Fernández
Nombre	José Luis Becerra García
Nombre	Juan Norverto Moriñigo
Nombre	Danilo Magistrali
Nombre	José Rubén Pérez Domínguez
Nombre	Jorge Sampedro Feito

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Electromecánica, esta asignatura proporciona los principios básicos de la transmisión de calor y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería.

Al finalizar el curso los alumnos dominarán el cálculo de problemas relacionados con la transmisión de calor por conducción, convección y radiación. Los conceptos aquí adquiridos sentarán las bases para el aprendizaje de asignaturas que se estudiarán en los cursos posteriores como Motores Alternativos de Combustión Interna, Turbomáquinas, y Climatización, entre otras.

Además, esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico, tanto la resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de laboratorio en los que se ejercitarán los conceptos estudiados.

#### Prerrequisitos

No existen prerrequisitos que de manera formal impidan cursar la asignatura. Sin embargo, por estar inmersa en un plan de estudios sí se apoya en conceptos vistos con anterioridad en asignaturas precedentes:

- Ecuaciones Diferenciales
- Cálculo
- Termodinámica
- Mecánica de Fluidos

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Tema 1: Modos básicos de Transferencia de Calor

- 1.1 Ley de Fourier de la conducción.
- 1.2 Ley enfriamiento de Newton y resistencia convectiva.
- 1.3 Ley de Stefan-Boltzmann de la radiación y resistencia radiante.

#### Tema 2: Conducción

- 2.1. Ecuación diferencial de conducción del calor.
- 2.2. Conducción unidimensional estacionaria: paredes planas, cilíndricas, esféricas y otras, resistencia conductiva y paredes compuestas.
- 2.3. Espesor crítico de recubrimiento.
- 2.4. Resistencia de contacto.
- 2.5. Conducción unidimensional con generación interna de calor.
- 2.6. Aletas.
- 2.7. Conducción transitoria: modelo de la resistencia interna despreciable y sólido semi-infinito.

#### Tema 3: Convección

- 3.1. Capas límite hidrodinámica y térmica.
- 3.2. Regímenes laminar y turbulento.
- 3.3. Resolución experimental del problema convectivo: grupos adimensionales en transferencia de calor.
- 3.4. Flujo forzado: externo e interno.
- 3.5. Convección natural.
- 3.6. Convección mixta.

#### Tema 4: Intercambiadores de calor

- 4.1. Clasificación de los intercambiadores de calor.
- 4.2. Hipótesis y ecuaciones básicas.
- 4.3. Coeficiente global de transferencia de calor.
- 4.4. Cálculo de intercambiadores: métodos DTIm y e-NTU.
- 4.5. Análisis y diseño de intercambiadores.

#### Tema 5: Radiación térmica

- 5.1. Radiación del cuerpo negro.
- 5.2. Intercambio radiante entre cuerpos negros.
- 5.3. Propiedades radiantes de los cuerpos reales.
- 5.4. Ley de Kirchoff.
- 5.5. Cuerpo gris.
- 5.6. Intercambio radiante entre cuerpos grises difusos.
- 5.7. Radiación medioambiental.

## Competencias – Resultados de aprendizaje

### Competencias

#### Básicas y generales

- CG01. Capacidad para el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.
- CG03. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG04. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CG05. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

#### Específicas

- CEM3. Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
- CRI1. Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

## Resultados de Aprendizaje

Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:

- RA1. Conocer el objetivo, enfoque, historia y aplicaciones de la transmisión de calor.
- RA2. Identificar Conocer los modos básicos de transferencia de calor y las propiedades térmicas asociadas.
- 2. Conocer y comprender las diferentes implicaciones de la transferencia de calor por conducción.
- 3. Conocer y comprender las diferentes implicaciones de la transferencia de calor por convección.
- 4. Conocer y comprender las tipologías y métodos de cálculo de intercambiadores de calor.
- 5. Conocer y comprender la transferencia de calor por radiación. los modos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación y cuantifica el ritmo de transferencia en sistemas simples.
- RA3. Conocer las propiedades térmicas básicas implicadas en los fenómenos de transferencia de calor.

- RA4. Poder determinar el campo de temperatura de un cuerpo con conducción no estacionaria y multidimensional.
- RA5. Saber calcular la potencia térmica a través de paredes simples y compuestas con desequilibrio térmico unidimensional y estacionario.
- RA6. Entender el efecto de la reducción de la resistencia térmica en ciertos elementos con recubrimiento y saber calcular el espesor crítico del mismo.
- RA7. Comprender los factores que afectan a la resistencia térmica de contacto y saber incluirla en el cálculo de la potencia térmica a través de paredes compuestas.
- RA8. Ser capaz de calcular los flujos de calor superficiales y la distribución de temperatura en cuerpos con generación interna de calor.
- RA9. Conocer las variables que afectan al comportamiento térmico de las superficies extendidas y saber evaluar su influencia sobre la potencia térmica y la distribución de temperaturas.
- RA10. Ser capaz de identificar los sistemas térmicos no estacionarios con resistencia interna despreciable y poder calcular la ley temporal de temperatura.
- RA11. Saber interpretar la diferente sensación térmica asociada al contacto con cuerpos de diferentes materiales.

- RA12. Comprender la influencia de las capas límite hidrodinámica y térmica así como de los regímenes laminar y turbulento en la transferencia de calor convectiva.
- RA13. Aprender a establecer los números adimensionales que rigen en la transferencia de calor convectiva.
- RA14. Saber calcular los coeficientes de convección asociado a la convección forzada, natural y mixta.

- RA15. Saber identificar las diferentes tipologías de intercambiadores de calor.
- RA16. Conocer las variables características de los intercambiadores de calor.
- RA17. Poder calcular las actuaciones de un intercambiador de calor por los métodos DTIm y e-NUT.
- RA18. Saber diseñar un intercambiador de calor por los métodos DTIm y e-NUT.

**Conocer y comprender la transferencia de calor por radiación.**

- RA19. Conocer los fundamentos físicos que rigen la transferencia de calor por radiación.
- RA20. Entender el modelo radiante de cuerpo negro.
- RA21. Saber calcular el intercambio radiante entre cuerpos negros y el uso de los factores de visión.
- RA22. Conocer las diferentes propiedades térmicas radiantes de los cuerpos reales.
- RA23. Comprender el modelo radiante de cuerpo gris difuso, representativo de los cuerpos reales.
- RA24. Ser capaz de calcular el intercambio radiante entre cuerpos grises difusos.
- RA25. Aprender a calcular la contribución ambiental en los procesos de intercambio radiante.
- RA26. Saber resolver problemas de transferencia de calor combinada.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

- 1. Clase magistral y presentaciones generales:** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.
- 2. Resolución en clase de problemas propuestos:** Se explicarán, resolverán y analizarán problemas propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
- 3. Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio. Estas prácticas podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe o la inclusión de las distintas experiencias en un cuaderno de laboratorio.
- 4. Tutorías.** Se realizarán en grupo o individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas.

### Metodología No presencial: Actividades

1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
2. Análisis de problemas resueltos en clase.
3. Resolución de problemas propuestos y elaboración de la presentación de los mismos.
4. Preparación del laboratorio y elaboración de informes.

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a comprender los conceptos teóricos de la asignatura así como ser capaz de ponerlos en práctica de cara a la resolución de los diferentes tipos de problemas. Además, deben ser capaces de elaborar informes de laboratorio y presentaciones donde logren comunicar el trabajo realizado.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
24	8	6	5,5
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Preparación para las pruebas
42	16	12	20
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>			<b>4,5 (135 horas)</b>

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas intermedias</li> <li>• Examen Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> </ul>	75%
Para aprobar la asignatura se debe alcanzar al menos 5 puntos sobre 10 en la media de los exámenes y pruebas de la asignatura.		
Laboratorio:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos y a la realización de prácticas en el laboratorio.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.</li> <li>- Capacidad de trabajo en grupo.</li> <li>- Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	25%

### Calificaciones.

#### Calificaciones

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como media ponderada entre:

- Exámenes (incluyen teoría y problemas o casos prácticos):
  - 25% Exámenes parciales
  - 50% Examen final
- Evaluación del rendimiento:
  - 5% Participación activa en la preparación de las prácticas de laboratorio
  - 20% Informes o cuadernos de laboratorio

En la **convocatoria extraordinaria** el alumno se examinará de la parte o partes suspensas, conservándose la calificación de la parte aprobada. El criterio de ponderación es:

- 25% Evaluación de rendimiento (durante el curso)
- 75% Examen (de la convocatoria extraordinaria)

En ambas convocatorias, la media ponderada se efectuará solo cuando tanto en los exámenes como en la evaluación de rendimiento, la nota sea igual o superior a 5.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA<sup>1</sup>

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none"><li>Lectura de los contenidos (teóricos y prácticos) a exponer en clase</li></ul>	Antes de la clase	
<ul style="list-style-type: none"><li>Estudio de los contenidos expuestos en clase</li></ul>	Después de cada clase	
<ul style="list-style-type: none"><li>Resolución de los problemas propuestos</li></ul>	Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none"><li>Elaboración de los informes de laboratorio</li></ul>	Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none"><li>Preparación de exámenes parciales</li></ul>	Al finalizar los temas 2, 3 y 4	
<ul style="list-style-type: none"><li>Preparación del examen final</li></ul>	Diciembre	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Yunus A. Çengel; Afshin J. Ghajar. Transferencia de calor y masa. Mc Graw Hill.

### Bibliografía Complementaria

- Gregory Nellis; Sanford Klein. Heat Transfer. University of Wisconsin, Madison. Cambridge University Press.
- Frank Kreith; Mark S Bohn. Principios de Transferencia de Calor. Thomsom Learning.
- Frank P. Incropera; David P. DeWitt. Fundamentos de Transferencia de Calor. Ed. Pearson.

## FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.

---

<sup>1</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo e irá adaptándose de forma dinámica a medida que avance el curso.

Actividad					Dedicación (h)		
Sesión	Contenido	Tema	Actividades Formativas Presenciales	Actividades Formativas no Presenciales	Entrega	Presenc.	No pres.
1	Presentación de asignatura y evaluación. Ley de Fourier.	1	Teoría	Estudio teoría		2	3
2	Ley de Newton y resistencia convectiva. Ley de Stefan-Boltzmann y resistencia radiativa.	1	Teoría	Estudio teoría		2	3
3	Ecuación diferencial de conducción del calor. Conducción unidimensional estacionaria: paredes planas, cilíndricas y esféricas simples y resistencia conductiva.	2	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	3
4	Factor de forma de la conducción. Espesor crítico de recubrimiento. Resistencia de contacto.	2	Teoría	Estudio teoría y problemas		1,5	2,25
5	Conducción con generación interna de calor.	2	Teoría	Estudio teoría y problemas		1,5	2,25
6	Aletas.	2	Teoría	Estudio teoría y problemas		2,5	3,75
7	Conducción transitoria: modelo de la resistencia interna despreciable. Sólido semiinfinito.	2	Teoría	Estudio teoría y problemas		1,5	2,25
8	Problemas CONDUCCIÓN	2	Resolución de problemas	Resolución de problemas		2	4
9	Examen	1, 2	Examen	Preparación examen		1,5	4,5
10	Capas límite hidrodinámica y térmica. Flujos laminar y turbulento. Resolución experimental del problema convectivo: grupos adimensionales en transferencia de calor.	3	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	3
11	Flujo forzado: externo e interno.	3	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	3
12	Convección natural.	3	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
13	Convección mixta.	3	Teoría	Estudio teoría y problemas		0,5	0,75
14	Problemas CONVECCIÓN	3	Resolución de problemas	Resolución de problemas		2	4
15	Examen CONVECCIÓN	3	Examen			1	3
16	Tipos de intercambiadores de calor.	4	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
17	Hipótesis y ecuaciones básicas. Coeficiente global de transferencia de calor.	4	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5

18	Métodos de cálculo de intercambiadores: métodos DTIm y e-NTU. Análisis y diseño de intercambiadores.	4	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	3
19	Problemas INTERCAMBIADORES DE CALOR	4	Resolución de problemas	Resolución de problemas		2	4
20	Radiación del cuerpo negro.	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
21	Intercambio radiante entre cuerpos negros.	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		2	3
22	Propiedades radiativas de los cuerpos reales.	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
23	Ley de Kirchoff. Cuerpo gris.	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
24	Intercambio radiante entre cuerpos grises difusos. Radiación medioambiental.	5	Teoría	Estudio teoría y problemas		1	1,5
25	Problemas RADIACIÓN	5	Resolución de problemas	Resolución de problemas		2	4
26	Práctica 1		Laboratorio		A la semana	2	4
27	Práctica 2		Laboratorio		A la semana	2	4
28	Práctica 3		Laboratorio		A la semana	2	4