



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Transmisión del Calor

Titulación: Grado en Ingeniería Química

1. Datos de la asignatura

Nombre	Transmisión del Calor				
Materia*	Ingeniería Energética (Energy Engineering)				
Módulo*	Materias comunes				
Código	509103006				
Titulación	Grado en Ingeniería Química				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimstral	Cuatrimestre	1	Curso	3
Idioma	Castellano				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	135

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Joaquín Zueco Jordán		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	2ª Planta Hospital de Marina		
Teléfono	968 325989	Fax	968 325999
Correo electrónico	joaquin.zueco@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Lunes de 10:00 a 13:00 Jueves de 9:00 a 11:00 Viernes de 12:00 a 13:00		
Ubicación durante las tutorías	Ubicación indicada		

Titulación	Dr. Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Catedrático de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	1997
Nº de quinquenios (si procede)	3
Líneas de investigación (si procede)	Sistemas avanzados de Termodinámica y Transmisión de Calor Simulación numérica de sistemas fluido-dinámicos.
Nº de sexenios (si procede)	3
Experiencia profesional (si procede)	
Otros temas de interés	Desarrollo de software específico relacionado con la asignatura.

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Transmisión del Calor pertenece a la materia de Ingeniería Energética. Después de cursar esta asignatura los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería Química deberán alcanzar un conocimiento de los conceptos elementales de la física del calor. Deberán ser capaces de aplicar los conocimientos básicos de la profesión relacionados con el análisis de sistemas térmicos y energéticos, desde el punto de vista del calor, siendo una de las bases para el desarrollo de otras competencias dentro del campo de la Ingeniería Térmica en la industria. Se fomentará principalmente el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el aprendizaje autónomo y la resolución de problemas.

La asignatura "Transmisión del Calor" se estudia en tercer curso en el primer cuatrimestre. Es de carácter básico, en donde se estudian los conceptos necesarios para abordar futuras asignaturas de carácter avanzado en el campo de la Ingeniería Química.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En la práctica totalidad de los procesos industriales se produce una transferencia de calor, por ello el conocimiento de las leyes que rigen las diferentes formas de producirse ésta es vital en ingeniería. El calor se transfiere básicamente por tres procesos distintos; conducción, convección y radiación. En la naturaleza, todos los mecanismos de transmisión intervienen simultáneamente con distintos grados de importancia. Desde luego, diseñando los experimentos adecuadamente, es posible lograr que sólo uno de ellos sea el dominante.

El conocimiento de estas leyes y de los conocimientos asociados es básico en ingeniería térmica, por ejemplo, para el diseño de un sistema alejado en un sistema de refrigeración, o para la optimización o diseño de un intercambiador de calor a emplear en cualquier instalación química, refinería de petróleo, ect. El estudio de la radiación térmica es necesario para el análisis de sistemas de generadores térmicos mediante energía solar, o también para el análisis de generadores de vapor, bien sea para la determinación de su eficiencia energética o simplemente para conocer las características asociadas a los diferentes modos de transferencia de calor que en él tienen lugar. Por otra parte, el conocimiento de los procesos de transferencia de calor en procesos con cambio de fase (condensación y evaporación) es de vital importancia para el perfecto diseño térmico de estos elementos.

Además de los métodos analíticos y de los métodos gráficos iterativos que pueden ser usados y que fueron ideados para resolver los problemas de conducción de calor, hoy día sólo se resuelven los problemas de transmisión de calor por cálculo numérico con ayuda de ordenador, utilizándose la teoría para comprobar los órdenes de magnitud y resolver algún problema modélico por desarrollos en serie u otros métodos que también requieren en último término el cálculo numérico por ordenador.

Por esta razón se considera esta asignatura totalmente necesaria para una formación integral del estudiante del GIQI actual, ya que con el estudio de la Transmisión del Calor se dan los pasos previos para el posterior desarrollo de la Ingeniería Térmica (sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire, además de las energías renovables; materias que podrá elegir el alumno como asignaturas optativas); siendo incluso conveniente para el estudio de la asignatura de Ingeniería de Fluidos impartida el mismo curso académico, pero en el 2º cuatrimestre.



3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Es recomendable y necesario cursar previamente otras materias y asignaturas de diferentes cursos, entre ellas las relacionadas con las materias básicas como las Matemáticas y la Física. La asignatura de Transmisión del Calor puede ser complementaria con otras de materias comunes como; Termodinámica Aplicada, así como la asignatura Ingeniería de Fluidos.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado las asignaturas básicas de Física, y Matemáticas.

3.6. Medidas especiales previstas

Para aquellos casos excepcionales en los que no sea posible la integración de los alumnos, se preverá una prueba final de carácter global según se establece en el artículo 5, apartado 4 del Reglamento de las Pruebas de Evaluación de los Títulos Oficiales de Grado y de Máster con Atribuciones Profesionales de la UPCT.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

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.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimientos de transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería. Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Conocer, entender y saber calcular los intercambios de calor con conducción, aislamiento térmico, superficies aleteadas, en diferentes superficies en situación estacionaria y no estacionaria.
2. Aprender, definir, entender, y saber calcular acerca de los fenómenos convectivos que se producen entre un fluido y el sólido con el que interacciona.
3. Aprender, definir, entender, utilizar y saber calcular acerca de los fenómenos radiativos.
4. Aprender, definir, entender, utilizar y saber calcular acerca de los intercambiadores de calor como aplicación práctica de las unidades didácticas anteriores.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Conocimientos de transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería. Conocimientos aplicados de ingeniería térmica. Mecanismos básicos de la transmisión de calor. Problemas típicos de transmisión de calor en la industria. Conducción de calor. Cálculo de aislamiento térmico. Estudio de superficies adicionales. Convección. Teoría de la capa límite. Flujo interno y externo. Determinación de coeficientes convectivos de transmisión de calor. Transmisión de calor bifásica. Intercambiadores de calor: Generalidades y aspectos de diseño. Radiación térmica. Intercambio de energía radiante.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD 1. Introducción a la transmisión de calor

Tema 1. Conceptos básicos de la transmisión de calor

UD 2. Transmisión de calor por conducción

Tema 2. Fundamentos de transmisión de calor por conducción

Tema 3. Conducción unidimensional en régimen permanente

Tema 4. Conducción unidimensional en régimen transitorio

Tema 5. Superficies extendidas. Aletas

UD 3. Transmisión de calor por convección

Tema 6. Fundamentos de transmisión de calor por convección

Tema 7. Convección forzada. Flujo externo e interno

Tema 8. Convección libre

UD 4. Conducción y convección combinadas

Tema 9. Intercambiadores de calor

UD 5. Transmisión de calor por radiación

Tema 10. Fundamentos de la transmisión de calor por radiación

Tema 11. Intercambio de radiación entre superficies

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Sesiones en el laboratorio:

Se desarrollan diferentes sesiones de prácticas de laboratorio con el objeto de que los alumnos estudien algunos de los conceptos introducidos en las sesiones teóricas.

Práctica 1. Medidas termométricas mediante termopares, termómetros y resistencias de platino

Práctica 2. Determinación de la conductividad térmica en materiales sólidos

Sesiones en el Aula de Informática:

Se desarrollarán cuatro sesiones de prácticas en el aula de informática con el objeto de que los alumnos resuelvan problemas de transferencia de calor mediante programas informáticos a la vez que desarrollan sus habilidades computacionales.

Práctica I1. Empleo del software EES para la resolución de problemas de conducción de calor en régimen transitorio.



Práctica I2. Empleo del software EES para la resolución de problemas de intercambio de radiación entre superficies.

Práctica I3. Análisis y diseño térmico e hidráulico de intercambiadores de calor de doble tubo mediante el software THETHDE.

Práctica I4. Análisis y diseño térmico e hidráulico de un intercambiador de calor de carcasa-tubos mediante el software THETHDE.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

UD 1 Introduction to heat transfer

Item 1. Basics of heat transfer

UD 2 Heat transfer by conduction

Item 2. Fundamentals of heat transfer by conduction

Item 3. One-Dimensional steady state conduction

Item 4. One-Dimensional transient conduction

Item 5. Extended surfaces. Fins

UD 3 Heat transfer by convection

Item 6. Fundamentals of heat transfer by convection

Item 7. Forced convection. External and internal flow

Item 8. Free Convection

Item 9. Boiling and condensation

UD 4 Convection and conduction combined

Item 10. Heat Exchangers

UD 5 Heat transfer by radiation

Item 11. Fundamentals of heat transfer by radiation

Item 12. Radiation exchange between surfaces

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cinco Unidades Didácticas (UD).

UD 1. Introducción a la transmisión de calor



Fundamentos básicos de la transmisión de calor. Mecanismos de transmisión de calor: Conducción, convección y radiación. Metodología de resolución de problemas.

UD 2. Transmisión de calor por conducción

Transmisión de calor por conducción en estado estacionario. Ley de Fourier: Conductividad térmica. Conducción de calor a través de sólidos: placas planas, cilindros y esferas. Superficies extendidas: aletas. Conducción unidireccional con generación uniforme de energía. Conducción en dos y tres direcciones.

Transmisión de calor por conducción en estado no estacionario. Sistemas con resistencia interna despreciable. Sistemas con diferentes geometrías.

UD 3. Transmisión de calor por convección

Análisis de la transferencia de calor por convección. Ecuaciones básicas para la transmisión de calor en fluidos. Números adimensionales. Capa límite hidrodinámica y térmica. Convección forzada y natural. Perfil de temperatura en flujo laminar y turbulento. Coeficientes individuales de transmisión de calor. Coeficiente global de transmisión de calor.

Convección forzada. Coeficiente de convección en régimen laminar. Flujo sobre placas planas. Flujo laminar real. Coeficiente de convección en régimen turbulento y mixto. Flujo transversal a un cilindro aislado. Coeficiente de convección en el régimen de transición. Flujo interno en una tubería horizontal. Régimen laminar y turbulento. Correlaciones.

Convección natural. Perfil de velocidad y de temperatura en convección natural. Cálculo del coeficiente de convección natural. Correlaciones en flujo externo e interno. Convección mixta.

UD 4. Conducción y convección combinadas

Intercambiadores de calor. Disposición del flujo en cambiadores de calor. Intercambiadores de calor de tubos concéntricos: ecuación básica de diseño. Factores de ensuciamiento. Cambiadores multitubulares. Paso múltiple y deflectores. Intercambiadores de calor de placas y tubos aleteados. Eficacia de un intercambiador de calor.

UD 5. Transmisión de calor por radiación

Naturaleza de la radiación térmica. Interacción de la radiación con la materia: absorción, reflexión y transmisión. Emisión de la radiación. Ley de Stefan-Boltzmann. Ley de Planck. Emisividad. Otras leyes de la radiación. Intercambio de calor entre superficies negras. Factores de visión. Superficies grises y refractarias.



6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	0,8 (24 h)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	0,8 (24 h)
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas, siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	0,4 (12 h)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	0,4 (12 h)
Actividades de aprendizaje cooperativo informal	Se deja abierta la posibilidad de realizar este tipo de actividades que serán intercaladas en las clases expositivas convencionales del profesor.	<u>Presencial</u> : Resolución de forma individual o por parejas de breves cuestiones planteadas por el profesor.	0,1 (3 h)
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática	Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al docente y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor	0,4 (12 h)
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos	0,1 (3 h)
Realización de exámenes oficiales	Se realizará una prueba escrita de tipo individual. Esta prueba permite comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la prueba escrita y realización de ésta	0,3 (9 h)
Tutorías	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes por grupos y motivación por el aprendizaje	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	0,2 (6 h)
Trabajo/Estudio individual del alumno			1 (10h)
			4,5



6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6				
Clases de teoría.	X	X	X	X	X	X				
Clases de problemas.	X	X	X	X	X	X				
Clases de prácticas.	X	X	X	X	X	X				
Actividades de aprendizaje cooperativo informal	X	X	X	X	X	X				
Realización de exámenes.	X	X	X	X	X	X				
Tutorías.	X	X	X	X	X	X				

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual (PEI) (80 %) ⁽¹⁾	X		Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Cuestiones tipo test y/o cuestiones teóricas simples o acompañadas de una aplicación numérica de corta extensión. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.	30 % de la PEI	1, 2, 3, 4
			Problemas: Entre 2 y 3 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	70 % de la PEI	1, 2, 3, 4
Sesiones de Laboratorio	X		Se evalúan las destrezas y habilidades para el manejo de instalaciones, equipos y programas informáticos. Esta evaluación podrá realizarse durante las sesiones en sala de informática, mediante la realización de pequeños cuestionarios. Eventualmente podrá completarse la evaluación con la entrega de informes en soporte informático sobre las sesiones prácticas realizadas.	20 %	1, 2, 3, 4
Evaluación de actividades de aprendizaje cooperativo informal	X		Realización de actividades y pruebas de corta duración realizadas en clase (individualmente o por parejas).		1, 2, 3, 4
<p>(1) La prueba escrita individual (PEI) debe de superarse con calificación igual o superior al 45% (4,5 puntos sobre 10 puntos). Además, se requiere una puntuación mínima en la parte</p> <p>Notas: teórica de 1 punto sobre 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se entiende que se supera la asignatura si la puntuación final, sumando todas las puntuaciones obtenidas en las distintas técnicas (con los requisitos exigidos anteriormente), es como mínimo del 50%. - Para aprobar la asignatura es requisito imprescindible, el haber asistido, al menos, al 90% de las sesiones prácticas. 					

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase y actividades de AC informal individuales o por parejas en clase de teoría y problemas.
- Tutorías.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica

- Y. A. Çengel, Transferencia de Calor y de Masa. 3ª edición. Mc Graw – Hill. México, 2007

8.2. Bibliografía complementaria

- Incropera F., De Witt D.P., Fundamentos de Transferencia de Calor. 4ª Ed., Ed. Prentice Hall, México, 1999
- A. J. Chapman, Transmisión del calor. Bellisco. Madrid, 1990
- C. N. Madrid García, Problemas de Transmisión del calor. Horacio Escarabajal. Cartagena, 2004
- Corberán J.M. , Royo, R., Problemas escogidos de Transmisión de Calor. UPV. Servicio de publicaciones, 1999
- Pinazo J.M. , Problemas de Transmisión de Calor, UPV. Servicio de publicaciones, Valencia, 1998

8.3. Recursos en red y otros recursos

Programas informáticos: Engineering Equation Solver (EES), THETHDE
Aula Virtual

