

TRANSMISIÓN DE CALOR

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Común a la rama industrial	Transmisión de calor y termotecnia	2º	2º	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Mercedes Fernández Serrano (mferse@ugr.es) Antonia Reyes Requena (areyesr@ugr.es) María de los Ángeles Martín Lara (marianml@ugr.es) Manuela M^a Lechuga Villena (nlvillen@ugr.es) 			Dpto. Ingeniería Química, 2ª planta, Facultad de Ciencias.		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Mercedes Fernández Serrano: lunes de 10 a 13, martes de 11:30 a 13:30 y viernes de 12:30 a 13:30 horas.		
			Antonia Reyes Requena: lunes de 10:30 a 13:30 y de 17:30 a 19:30 y jueves de 11:30 a 12:30 horas.		
			María de los Ángeles Martín Lara: Lunes de 9:00 a 11:30, martes de 8:30 a 10:30 y viernes de 11:00 a 12:30 horas.		
			Manuela Lechuga Villena: lunes y martes de 12:30 a 14:30, y viernes de 11:30 a 13:30 horas.		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Química			Cumplimentar con el texto correspondiente, si procede		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<ul style="list-style-type: none"> Tener cursada la asignatura obligatoria Introducción a la Ingeniería Química Conocimientos de cálculo diferencial e integral y métodos numéricos. 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Principios de transmisión de calor y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.					



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Instrumentales:

CI3: Comunicación oral y escrita en la lengua propia

CI5: Resolución de problemas

CI6: Toma de decisiones

Sistémicas

CS1: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

CS2: Aprender de manera autónoma

Específicas

CR1: Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de Ingeniería.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- El alumno sabrá/ comprenderá los mecanismos de transmisión de calor.
- El alumno será capaz de calcular flujos de calor, perfil de temperaturas y diseñar equipos de transmisión de calor como cambiadores de calor, evaporadores y hornos.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCION Y CONVECCION.

Tema 1.- INTRODUCCIÓN A LA TRANSMISIÓN DE CALOR

Generación, intercambio y eliminación de calor en la industria. Eficacia energética: influencia sobre los costos del proceso. Mecanismos de transmisión de calor: conducción, convección y radiación. Ecuaciones básicas. Importancia relativa en diferentes equipos. Combinación de mecanismos.

Tema 2.- TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN. RÉGIMEN ESTACIONARIO.

Mecanismos de transmisión de calor. Ecuaciones básicas de transporte de calor por conducción en sólidos. Régimen estacionario y flujo unidireccional: lámina plana, cilindro, esfera. Resistencias en serie. Conductividad térmica variable. Conducción con generación: perfil de temperaturas y velocidad de transmisión de calor.

Tema 3.- SUPERFICIES MODIFICADAS. AISLANTES Y ALETAS.

Aislantes térmicos. Espesores crítico, mínimo y óptimo. Superficies extendidas. Aletas de sección constante. Aletas de sección variable. Eficacia de las aletas.

Tema 4.- CONDUCCION. RÉGIMEN ESTACIONARIO Y FLUJO BIDIMENSIONAL.

Ecuaciones de diferencias finitas. Red nodal. Resolución por el método del balance de energía. Aplicación a un nodo interior. Nodos externos en una superficie plana y en una esquina con convección. Solución de las ecuaciones de diferencias finitas: método de inversión de matrices.

Tema 5.- TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN. RÉGIMEN NO ESTACIONARIO.

Flujo unidireccional. Métodos analíticos. Integración de la ecuación general por el método de separación de variables para



una lámina plana. Condiciones iniciales y de contorno. Soluciones para flujo radial en la esfera y en un cilindro. Simplificaciones para $Fo > 0.2$. Perfil de temperaturas y flujo de calor. Flujo bi y tridimensional en sistemas con geometría sencilla. Flujo no estacionario con resistencia interna despreciable.

Tema 6.- TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN.

Convección natural y convección forzada. Coeficiente individual de transmisión de calor por convección. Cálculo de coeficientes de película para fluidos circulando por el interior de tuberías: análisis dimensional y analogías entre la transferencia de cantidad de movimiento y la convección térmica. Analogías de Reynolds, Prandtl-Taylor, von Karman y semiempírica de Colburn. Correlaciones empíricas para el cálculo de coeficientes.

Tema 7.- TRANSMISIÓN DE CALOR CON CAMBIO DE FASE. EBULLICION Y CONDENSACION.

Ebullición de líquidos en reposo. Curva de ebullición: ebullición en convección pura, ebullición nucleada, régimen de transición y ebullición en película. Correlaciones empíricas para la estimación de coeficientes de película. Ebullición en convección forzada. Condensación de vapores. Mecanismos de condensación: condensación en gotas y condensación en película. Condensación en película laminar en tubos horizontales y verticales. Condensación en película turbulenta. Condensación sobre una bancada de tubos. Estimación del coeficiente de película.

DISEÑO DE EQUIPOS PARA EL INTERCAMBIO DE CALOR

Tema 8.- CAMBIADORES DE CALOR.

Tipos de cambiadores de calor. Coeficiente global de transmisión de calor. Flujo en paralelo y contracorriente. Flujo cruzado. Análisis mediante la diferencia de temperaturas media logarítmica, LMTD. Cambiadores de calor de tubos concéntricos. Ecuación general de diseño. Diseño para coeficiente global constante. Diseño para coeficientes variables. Análisis mediante ϵ -NTU.

Tema 9.- CAMBIADORES DE CALOR DE CARCASA Y TUBOS.

Tipo de contacto: paso sencillo y paso múltiple. Análisis mediante la diferencia de temperaturas media logarítmica LMTD y ϵ -NTU. Aspectos prácticos en el diseño: elementos constitutivos, aislamientos, velocidades óptimas de circulación, caída de presión recomendada, corrosión. Cambiadores compactos. Diseño de tanques bien agitados.

Tema 10.- CAMBIADORES DE PLACAS.

Características y aplicaciones. Diseño térmico: número de unidades de transferencia, diferencia media de temperaturas y coeficiente de transmisión de calor. Procedimiento de diseño simplificado.

Tema 11.- EVAPORADORES.

Tipos de evaporadores. Diseño de un solo efecto. Diseño de un múltiple efecto. Estimación de la distribución de temperaturas por el método de Badger y McCabe. Resolución de los balances de materia y entálpicos con el método de inversión de matrices. Balances entálpicos simplificados. Diseño con elevación en el punto de ebullición. Aspectos prácticos de diseño.

RADIACION TERMICA.

Tema 12.- NATURALEZA DE LA RADIACIÓN TERMICA.

Naturaleza de la radiación térmica. Absorción, reflexión y transmisión superficiales. Valores monocromáticos y globales. Superficies negras. Leyes básicas de la radiación para un cuerpo negro. Leyes de Planck y de Stefan-Boltzman. Emisividad y poder absorbente de las superficies. Superficies grises.

Tema 13.- RADIACIÓN ENTRE SUPERFICIES.



Radiación entre superficies sólidas separadas por medios no absorbentes ni emisores. Definición y cálculo de los factores de visión. Propiedades de los factores de visión. Intercambio de calor entre superficies negras. Radiación entre superficies grises. Radiación entre un haz de tubos y una superficie emisora. Estimación del coeficiente de transmisión de calor por radiación. Hornos.

Tema 14.- RADIACION EN GASES.

Gases industriales. Gases absorbentes y emisores. Emisión y absorción gaseosa. Intercambio de calor entre un gas y una envoltura. Aproximaciones para envolturas grises. Estimación de la emisividad de gases y mezclas de gases.

Tema 15.-TRANSMISION DE CALOR MULTIMODAL. RESISTENCIAS EN SERIE- PARALELO.

Transmisión de calor a través de una pared: resistencias en serie. Resistencias en serie-paralelo: conducción seguida de convección y radiación. Convección y radiación entre superficies a diferentes temperaturas. Determinación de la temperatura de un gas: Influencia de la radiación térmica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- INCROPERA, F. P. Y DE WITT, D.P. (1999) Fundamentos de transferencia de calor. Prentice Hall, España.
- HOLMAN, J.P. (1998) Transferencia de calor. Mac Graw-Hill, España.
- SADIK KAKAC AND HONGTAN LIU. (2002) Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Design. CRC PRESS
- INCROPERA, F. P. , DE WITT, D.P., BERGMAN, T. L. Y LAVINE, A. S. (2007). Fundamentals of heat and mass transfer, 6th Edition. John Wiley and Sons Inc., USA.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- BEJAN, A. Y KRAUS, A. D. (Eds) (2003). Heat transfer handbook. John Wiley and Sons Inc., USA.
- PERRY, R.H. AND GREEN., D.H. (2001) Manual del Ingeniero Químico, Mac Graw- Hill España.

ENLACES RECOMENDADOS

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso.

METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a sesiones de teoría y sesiones prácticas (3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos).

- Sesiones teóricas: Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia (Competencia CR1).
- Sesiones prácticas: Generalmente consisten en la resolución de ejercicios numéricos, se imparten en grupos reducidos para facilitar la resolución tutelada de problemas y aclaración de dudas. Durante estas sesiones se propondrán ejercicios para su resolución en casa, que en un plazo tasado se entregarán al profesor. Alguna de las sesiones tendrá lugar en el aula de informática para resolver ejemplos utilizando Matlab y Hoja de Cálculo. (Competencias CR1, CI3, CI5, CI6, CS1, CS2).

Esta materia es eminentemente práctica por lo que el alumno debe esforzarse, desde el inicio de la signatura, en el planteamiento y resolución de problemas, adquiriendo órdenes de magnitud de propiedades, conocimientos matemáticos y métodos más habituales de cálculo y programación.



PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)					Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)				
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Actividades	Etc.
Semana 1	1-2	2	1				1		4	1	
Semana 2	2	2	1						5	1	
Semana 3	3	2	1				1		4	1	
Semana 4	3-4	2	1						5	1	
Semana 5	5	2	1	3			1		4	1	
Semana 6	6-7	2	1						5	1	
Semana 7	8	2	1				1		4	1	
Semana 8	9	2	1						5	1	
Semana 9	9-10	2	1				1		5	1	
Semana 10	11	2	1	3					4	1	
Semana 11	11-12	2	1				1		4	1	
Semana 12	12	2	1						5	1	



Semana 13	13	2	1				1		4	1	
Semana 14	14	2	1						5	1	
Semana 15	15	2	1	3			1		4	1	
Total horas		30	15	9	6		8		67	15	

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- La resolución correcta de los ejercicios propuestos en las sesiones prácticas supone el 30% de la calificación final.
- El examen final supone el 60% de la nota total. Los exámenes consisten en la resolución de problemas numéricos, habitualmente tres y cuestiones teóricas de respuesta corta. El tiempo de examen es, aproximadamente, de 3 h. Para la calificación de los ejercicios se tiene en cuenta el planteamiento, resolución numérica y resultado final. Se es especialmente riguroso con los errores conceptuales.
- La participación activa en las actividades de clase supone el 10% de la calificación final.
- Evaluación única final para aquellos estudiantes a los que se les haya concedido, según la normativa de evaluación y calificación de los estudiantes de la UGR. Esta evaluación final constará de dos pruebas, una teórica y otra práctica en las que se valorarán las competencias desarrolladas en la asignatura. Los contenidos a evaluar corresponderán al temario detallado de la asignatura, tanto en la parte teórica como en la parte práctica.
- Convocatoria extraordinaria de Septiembre: consistirá en un examen escrito en el que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura. Este examen supondrá el 70% de la calificación final. El otro 30% corresponderá a las actividades de clase.

