

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞)
TRANSMISIÓN DE CALOR

Curso 2019-2020
 (Fecha última actualización: 22/05/2019)
 (Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 22/05/2019)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Común a la rama industrial	Transmisión de calor y termotecnia	2º	2º	6	Obligatoria
PROFESORES ⁽¹⁾			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 Manuela Mª Lechuga Villena nlvillen@ugr.es 			Dra. Mercedes Fernández Serrano: Dpto. Ingeniería Química, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº3. Dra. Antonia Reyes Requena: Dpto. Ingeniería Química, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº6. Dra. Manuela Lechuga Villena: Dpto. Ingeniería Química, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº19.		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			Dra. Mercedes Fernández Serrano: lunes de 10 a 13, martes de 11:30 a 13:30 y viernes de 12:30 a 13:30 horas. http://sl.ugr.es/mferse Dra. Antonia Reyes Requena: lunes y martes de 10:30 a 13:30 horas. http://sl.ugr.es/areyesr Dra. Manuela Lechuga Villena: martes de 9:30 a 12:30, y viernes de 12:00 a 15:00 horas. http://sl.ugr.es/nlvillen		

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente
 (∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))



GRADO EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR
Grado en Ingeniería Química	
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)	
<p>Mecanismos de transmisión de calor. Conducción unidimensional y bidimensional en estado estacionario y no estacionario. Aletas. Aislantes. Coeficientes individuales de convección. Coeficiente global de transmisión de calor. Transmisión de calor con cambio de fase. Radiación, procesos y propiedades. Tipos, cálculo y diseño de cambiadores de calor. Tipos, cálculo y diseño de evaporadores. Transmisión de calor multimodal.</p>	
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • CG02 - Saber aplicar los conocimientos de Ingeniería Química al mundo profesional, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico. • CG05 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía. • CG10 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía. • CE07 - 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)	
<p>Al cursar esta asignatura el alumno deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir los conocimientos básicos referentes a los diferentes mecanismos de transmisión de calor, conducción, convección y radiación. • Calcular flujos de calor y perfiles de temperaturas. • Calcular superficies modificadas como aletas y aislantes. • Diseñar equipos de transmisión de calor como cambiadores de calor, evaporadores y hornos. 	
TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA	
<p>TEMARIO TEÓRICO:</p> <p>TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCION Y CONVECCION.</p>	



- 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.- CONDUCCIÓN. 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. EBULLICIÓN Y CONDENSACIÓN.
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. , DE WITT, D.P., BERGMAN, T. L. Y LAVINE, A. S. (2013). Fundamentals of heat and mass transfer, 7th Edition. John Wiley and Sons Inc., USA.
- INCROPERA, F. P. Y DE WITT, D.P. (1999) Fundamentos de transferencia de calor. Prentice Hall, España.
- HOLMAN, J.P. (2002) Transferencia de calor. Mac Graw-Hill, España.



- SADIK KAKAC AND HONGTAN LIU. (2002) Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Design. CRC PRESS

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

METODOLOGÍA DOCENTE

- El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a sesiones de teoría, sesiones de problemas y tutorías.
- AF1. Lección magistral. (30 horas 100% de presencialidad). Descripción: Presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos. Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica.) (Competencia E07).
- AF2. Prácticas. (30 horas 100% de presencialidad). Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la resolución de ejercicios, supuestos prácticos relativos a la aplicación de normas técnicas o resolución de problemas. Los seminarios tratan en profundidad temáticas concretas relacionadas con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio. Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales y de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia. (Competencias CG02, CG04, CG05, CG08, CG10, CB2, CB4).
- AF4. Actividades no presenciales individuales. (88 horas 0% de presencialidad). Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...). Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses. (Competencias: CG05 CB5).
- AF6. Tutorías académicas. (2 horas 100% de presencialidad). Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor Propósito: 1) Orientar el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante.

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.

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

Evaluación continua:

- Un 70% de la nota global se obtendrá a partir de la realización de un examen final. 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. En este examen se establece una nota mínima de 4 sobre 10 para poder hacer media con el resto de actividades.

- 20 % de la nota final: Resolución correcta de los ejercicios propuestos en las sesiones prácticas.
- 10% de la nota final: Participación activa en las actividades de clase.

Convocatoria extraordinaria: consistirá en un examen escrito en el que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura. La nota del examen representará el 100 % de la calificación.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”

Evaluación única final: Para las convocatorias ordinaria y extraordinaria, esta evaluación final constará de una prueba en la que se valorarán las competencias desarrolladas en la asignatura. Los contenidos a evaluar corresponderán al temario completo de la asignatura, tanto en la parte teórica como en la parte práctica.

INFORMACIÓN ADICIONAL

