

Guía docente de la asignatura

**Transmisión de Calor (2201126)**

Fecha de aprobación: 20/06/2022

<b>Grado</b>	Grado en Ingeniería Química	<b>Rama</b>	Ingeniería y Arquitectura				
<b>Módulo</b>	Módulo Común a la Rama Industrial	<b>Materia</b>	Transmisión de Calor y Termotecnia				
<b>Curso</b>	2º	<b>Semestre</b>	2º	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Se recomienda:

- 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)**

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.

**COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA****COMPETENCIAS GENERALES**

- 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.
- CG04 - Saber transmitir de forma oral y escrita información, ideas, problemas y soluciones relacionados con la Ingeniería Química, a un público tanto especializado como no especializado.
- CG05 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía.
- CG08 - Trabajo en equipo
- CG10 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica



## COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE07 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Al cursar esta asignatura el alumno deberá:

- 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.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

Transmisión de calor por conducción y convección.

- 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 E-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 E-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.

#### Radiación térmica.

- Tema 12. Naturaleza de la radiación térmica.
  - 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. Radiación 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. Transmisión 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.

## PRÁCTICO

Resolución de problemas numéricos en pizarra y en ordenador.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- INCROPERA, F. P. , DE WITT, D.P., BERGMAN, T. L. Y LAVINE, A. S. (2018). Fundamentals of heat and mass transfer, 8th 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. (2012) Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Design. 3th Edition. CRC PRESS.
- MONTES PITA, M.J. (2015) Teoría y problemas de transmisión de calor. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

[Disponible en línea.](#)

### 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.

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos o visitas a industrias
- MD04 - Prácticas en ordenadores
- MD05 - Realización de trabajos o informes de prácticas

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA



- 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 (7 puntos sobre 10) y cuestiones teóricas (3 puntos sobre 10). 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 3.5 sobre 10 en cada una de las partes para poder hacer media y 3.5 nota media final en el examen para poder hacer media con el resto de actividades.
- 25 % de la nota final: Ejercicios de clase.
- 5 % de la nota final: Asistencia a clase.

### EVALUACIÓN 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.

- Parte de teoría (3 puntos sobre 10).
- Parte de resolución de problemas (7 puntos sobre 10).

Será necesaria una nota mínima de 3.5 en cada una de las partes del examen para poder hacer media.

### 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.

- Parte de teoría (3 puntos sobre 10): Consistirá en una prueba oral individualizada en forma de entrevista en la que se responderá a preguntas objetivas.
- Parte de resolución de problemas (7 puntos sobre 10).

Será necesaria una nota mínima de 3.5 en cada una de las partes del examen para poder hacer media.

