



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: TRANSFERENCIA DE CALOR Y MATERIA

CÓDIGO: 0314

AÑO ACADÉMICO: 2019

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1er. CUATRIMESTRE DE 4to.AÑO

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: M. Sc. Jorge Raúl Barral – Profesor Titular Exclusivo

**EQUIPO DOCENTE: M. Sc. Jorge Raúl Barral – Profesor Titular Exclusivo
Mg. Pablo Daniel Galimberti - Profesor Adjunto Exclusivo
Ing. Jorge Muract - Profesor Adjunto Simple**

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0324	0331
0405	0408

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 4

Totales → Teóricas: 30
→ Prácticas → Resolución de problemas: 25
→ Laboratorio: 5
→ Proyecto: -
→ Trabajo de campo: -

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

OBJETIVOS GENERALES

Se espera que el alumno:

- a) Conozca e interprete los conceptos básicos, las razones físicas y principios fundamentales de la Transferencia del Calor.
- b) Totalice los contenidos de la asignatura con los correspondientes a materias afines del ciclo básico y medio y esté preparado para integrarlos con los de las materias del ciclo superior, de forma tal de entender el uso de la Transferencia del Calor en problemas de Ingeniería.
- c) Comprenda la fundamentación experimental y teórica de la Transferencia del Calor y conozca la formulación matemática que la sustenta, como así también las herramientas necesarias para la resolución de casos prácticos.
- d) Adquiera habilidad en la aplicación de su conocimiento teórico en problemas reales, teniendo en cuenta las hipótesis simplificativas, alcances y limitaciones del presente curso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se pretende que el alumno sea capaz de:

- a) Comprender los principios físicos de la conducción, convección y radiación, como así también los requerimientos de conservación de la energía, para su aplicación en problemas básicos de Transferencia de Calor.
- b) Manejar con soltura las distintas formas de la ley de Fourier para la conducción del calor y condiciones de borde e iniciales, para la resolución de problemas en donde la unidimensionalidad es aplicable.
- c) Interpretar los enfoques alternativos para la resolución de problemas de conducción de calor en dos dimensiones y servirse de la aplicación de diferencias finitas en casos complejos.
- d) Utilizar los distintos métodos para la solución de casos de conducción del calor transitorios.
- e) Comprender los conceptos de capa límite, aplicados a la transmisión del calor por convección, como así también la importancia de la utilización de números adimensionales y su interpretación física.
- f) Adquirir los conocimientos necesarios para la resolución de problemas de convección del calor forzada dentro de tubos y ductos y sobre superficies exteriores, como así también aquellos problemas vinculados a convección natural.
- g) Comprender los procesos de ebullición y condensación elementales y conocer las ecuaciones semiempíricas que se utilizan para cálculos en problemas básicos de aplicación.
- h) Manejar los conceptos que importan al cálculo y diseño de intercambiadores de calor de distintos tipos y mediante distintos métodos.
- i) Interpretar los conceptos de radiación del calor, sus leyes fundamentales y propiedades de los materiales.
- j) Resolver problemas que involucren transmisión de calor por radiación entre superficies de formas geométricas diversas y distintos acabados superficiales.
- k) Entender los conceptos fundamentales que se utilizan para el estudio de los procesos de transferencia de masa por difusión y utilizar las ecuaciones de aplicación para los distintos casos.



CONTENIDOS:

CAPÍTULO 1: Introducción

- 1.1 Relación de la transferencia de calor con la termodinámica.
- 1.2 Modos en que se realiza el flujo de calor.
- 1.3 Leyes básicas de la transferencia de calor.
- 1.4 El requerimiento de conservación de la energía.
- 1.5 Análisis de los problemas de transferencia de calor: metodología.

CAPÍTULO 2: Introducción a la conducción del calor

- 2.1 Ley de Fourier de conducción del calor.
- 2.2 Propiedades térmicas de los materiales.
- 2.3 La ecuación de difusión del calor.
- 2.4 Condiciones iniciales y de borde.

CAPÍTULO 3: Conducción del calor unidimensional en estado estacionario

- 3.1 La pared plana.
- 3.2 Analogía entre el flujo de calor y el flujo eléctrico.
- 3.3 Sistemas radiales.
- 3.4 Conducción con generación de energía térmica.
- 3.5 Transferencia de calor en superficies extendidas.

CAPÍTULO 4: Conducción en dos dimensiones y estado estacionario

- 4.1 Enfoques alternativos.
- 4.2 Método de separación de variables.
- 4.3 Método gráfico.
- 4.4 Ecuaciones de diferencias finitas.
- 4.5 Soluciones utilizando diferencias finitas.

CAPÍTULO 5: Conducción del calor en estado transitorio

El método de capacidad térmica concentrada.

- 5.1 La pared plana con convección.
- 5.2 Sistemas radiales con convección.
- 5.3 El sólido semi-infinito.
- 5.4 Efectos multidimensionales.
- 5.5 Métodos de diferencias finitas.

CAPÍTULO 6: Introducción a la convección del calor

- 6.1 Flujo laminar y turbulento.
- 6.2 Ecuaciones en la capa límite.
- 6.3 Aproximaciones y condiciones especiales.
- 6.4 Similitud en la capa límite: las ecuaciones normalizadas de transferencia por convección.
- 6.5 Significación física de los parámetros adimensionales.
- 6.6 Analogías en la capa límite.
- 6.7 Los efectos de la turbulencia.



CAPÍTULO 7: Convección forzada sobre superficies exteriores

- 7.1 El método empírico.
- 7.2 Flujo paralelo en una placa plana.
- 7.3 Flujo transversal sobre un cilindro.
- 7.4 Flujo sobre una esfera.
- 7.5 Flujo transversal en haces de tubos.

CAPÍTULO 8: Convección forzada dentro de tubos y ductos

- 8.1 Consideraciones hidrodinámicas.
- 8.2 Consideraciones térmicas.
- 8.3 El balance energético.
- 8.4 Flujo laminar en tubos circulares: análisis térmico y correlaciones de convección.
- 8.5 Flujo turbulento en tubos circulares: correlaciones de convección.
- 8.6 Correlaciones de convección en tubos no circulares.

CAPÍTULO 9: Convección natural

- 9.1 Consideraciones físicas.
- 9.2 Las ecuaciones fundamentales.
- 9.3 Consideraciones de similaridad.
- 9.4 Convección natural laminar en una pared vertical.
- 9.5 Efectos de la turbulencia.
- 9.6 Correlaciones empíricas para convección libre sobre superficies exteriores.
- 9.7 Convección libre en canales de placas paralelas.
- 9.8 Correlaciones empíricas para recintos.

CAPÍTULO 10: Transferencia de calor con cambio de fase

- 10.1 Fundamentos de la transferencia de calor en la ebullición. Modos de ebullición.
- 10.2 Ebullición en masa: curvas características y correlaciones sugeridas. Ebullición por convección forzada.
- 10.3 Condensación: mecanismos físicos, condensación de película.

CAPÍTULO 11: Intercambiadores de calor

- 11.1 Tipos de intercambiadores de calor. Coeficiente global de transferencia de calor.
- 11.2 Diferencia de temperatura media logarítmica. Flujo paralelo y contraflujo.
- 11.3 Cálculo de intercambiadores de calor. Método de eficiencia – NUT.
- 11.4 Metodología de cálculo de intercambiadores de calor.

CAPÍTULO 12: Radiación del calor: procesos y propiedades

- 12.1 Conceptos fundamentales.
- 12.2 Intensidad de la radiación.
- 12.3 Radiación de cuerpo negro.
- 12.4 Emisión superficial.
- 12.5 Absorción, reflexión y transmisión de superficies.
- 12.6 Ley de Kirchoff.
- 12.7 Superficies grises.
- 12.8 Radiación solar, terrestre y atmosférica.



CAPÍTULO 13: Intercambio de radiación entre superficies

- 13.1 El factor de forma (factor de vista). Forma integral. Relaciones de los factores de forma.
- 13.2 Intercambio de radiación entre cuerpos negros.
- 13.3 Intercambio de radiación entre superficies grises difusas en un recinto. Casos particulares.
- 13.4 Radiación combinada con conducción y convección.
- 13.5 Radiación debida a gases, vapores y flamas.

CAPÍTULO 14: Transferencia de masa por difusión

- 14.1 Orígenes físicos y ecuaciones de conservación.
- 14.2 Conservación de especies.
- 14.3 Condiciones iniciales y de frontera.
- 14.4 Difusión de masa sin reacciones químicas homogéneas.
- 14.5 Difusión de masa con reacciones químicas homogéneas.
- 14.6 Difusión transitoria.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

Las clases serán teóricas y prácticas. En las mismas se desarrollarán los principios fundamentales y se resolverán problemas de aplicación.

Desde la primera clase se trabajará fijando como punto inicial los objetivos, ya sean éstos de la asignatura, del capítulo en estudio, o de cada tema en particular, a fin de que el alumno tenga en claro en todo momento qué está haciendo, por qué y para qué.

Algunos temas cubiertos parcialmente en asignaturas anteriores serán repasados conceptualmente y ampliados si es necesario a fin de lograr una optimización del tiempo de alumnos y docentes y lograr una conexión adecuada entre las asignaturas.

Con el objeto de lograr el interés de los alumnos, se trabajará ejemplificando continuamente sobre casos prácticos reales, mostrando la aplicación de las herramientas de la transferencia del calor para la resolución de los casos más sencillos de la vida diaria como así también complejos problemas ingenieriles. Se profundizarán algunos aspectos tecnológicos de carácter general y algunos puntos más específicos de acuerdo a las posibilidades de avance del curso y la disponibilidad de tiempo.

En la resolución de problemas se promoverá la discusión de los mismos, desarrollando algunos de ellos en clase. Se fomentará la utilización de una metodología ordenada para la resolución de los mismos, con la realización de esquemas clarificadores, identificación de datos e incógnitas, realización de convenientes hipótesis simplificadoras y planteo de ecuaciones generales.

Por la falta de colaborador, y hasta tanto se le designe, el responsable pondrá énfasis en los aspectos teóricos de la asignatura, quedando la parte práctica planteada en sus lineamientos generales, atendiéndose en clases de consulta las dudas que los alumnos tengan al respecto.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Se realizarán dos evaluaciones escritas de carácter teórico-práctico en las que el alumno podrá disponer de todo el material bibliográfico que esté a su alcance. Las evaluaciones se aprobarán con la obtención de cinco (5) puntos sobre un total de diez (10). Con la obtención de al menos una nota de cinco (5) en cada examen parcial el alumno regularizará la asignatura. Se podrán recuperar ambos parciales, lo cual se efectuará al finalizar el curso. La nota del recuperatorio reemplaza a la del parcial recuperado. Los alumnos que promedien siete (7) puntos entre las dos evaluaciones, sin



registrar aprobaciones con notas inferiores cinco (5) puntos, estarán en condición de rendir un coloquio integrador teórico para la aprobación de la materia, en el cual deberá exponer un tema (de un total de entre 20 a 25 preseleccionados). Esta exposición será sin interrupciones y luego se le harán preguntas básicas sobre la totalidad del programa para comprobar la integración de conocimientos del alumno. Un alumno que no hubiere alcanzado la nota mínima de cinco (5) puntos, tendrá derecho a instancia de recuperación, para poder así estar en condiciones de rendir el coloquio integrador teórico para la aprobación de la materia. El examen final para los alumnos regulares constará de una primera parte práctica de un nivel similar a lo examinado en los parciales. La parte teórica del examen final será oral y se realizará en función de los contenidos del programa de la materia del año en que se cursa la asignatura (disponible en Registro de Alumnos de la Facultad). Aprobada la parte práctica con una calificación igual o superior a cinco (5) puntos, el alumno pasará a una instancia oral, en la que se le permitirá elegir un tema de tres preseleccionados por la mesa examinadora. El alumno dispondrá de 15 minutos para preparar la exposición del mismo. Luego de la exposición de dicho tema y la respuesta a las preguntas de la mesa examinadora, un docente seleccionará un segundo tema que se evaluará de la misma forma que el primero; de ser necesario, se evaluará también el tercer tema

Quienes rindan en la condición de Alumno Libre lo harán en base al último programa usado en el dictado de la asignatura, debiendo rendir previamente al examen teórico un examen práctico con una extensión de aproximadamente un 30 % más que el de los alumnos regulares, a fin de asegurar una cobertura amplia de conocimientos sobre la mayoría de los temas fundamentales.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Duración del cuatrimestre: del 11 de marzo al 22 de junio del corriente año.

Semana / Capítulo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	***														
2	***	***													
3		***	***												
4			***	***	**										
5				*	***	***	*								
6						**	***	*							
7							**	***	*						
8								**	***	**					
9									*	***	**				
10										**	***	*			
11											**	***	*		
12												**	***	*	
13													*	***	
14														***	***
Exámenes Parciales							1ro								2do



HORARIOS DE CLASES:

Lunes de 15 a 17 h.
Martes de 19 a 21 h.

HORARIOS DE CONSULTA:

Lunes de 8 a 12 h.
Miércoles de 8 a 12 h.

BIBLIOGRAFÍA:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Cantidad de ejemplares / código de búsqueda Biblioteca UNRC
<i>Fundamentos de Transferencia de Calor 4ta Edición</i>	F. P. Incropera y D. P. DeWitt	Prentice-Hall.	1999	2 536.2 I 38
<i>Transferencia de calor y masa. Fundamentos y aplicaciones, 4ta Edición</i>	Çengel, Y. A. Ghajar, A. J.	McGrawHill	2011	Solicitar a los docentes de la asignatura
<i>Fundamentals of Heat and Mass Transfer 7th Edition</i>	T. L. Bergman, A. S. Lavine, F. P. Incropera y D. P. DeWitt	John Wiley & Sons, Inc.	2011	Solicitar a los docentes de la asignatura
<i>Heat Transfer</i>	G. Nellis y S. Klein	Cambridge University Press	2008	Solicitar a los docentes de la asignatura
<i>Principios de transferencia de calor - 6a ed.</i>	Kreith, Frank - Bohn, Mark S.	Thomson	2001	1 536.2 K 92e6
<i>Transferencia de Calor</i>	J. P. Holman	McGraw-Hill	1985	5 536.2 H 747
<i>Transferencia de calor - 2a ed.</i>	Manrique Valadez, Jose Angel	Oxford University Press	2002	2 536.2 M 288 V 156e2
<i>Transferencia de calor aplicada a la ingeniería</i>	Welty, James R.	Limusa - Mexico	1995	4 536.2 W 464
<i>Transferencia de calor</i>	Mills, Anthony F.	Irwin - Madrid	1994	2 536.2 M 567
<i>Heat Transfer, a Basic Approach</i>	M. N. Özisik	McGraw-Hill, Inc.	1987	2 536.1 O 99bI

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico