

FACULTAD: INGENIERIA		ESCUELA: INGENIERIA QUIMICA		DEPARTAMENTO: TERMODINAMICA Y FENOMENOS DE TRANSPORTE	
ASIGNATURA: TRANSFERENCIA DE CALOR				CODIGO: 5302	PAG: 1 DE: 7
REQUISITOS: ECUACIONES DIFERENCIALES EN DERIVADAS PARCIALES (0257) Y MECANICA DE FLUIDOS (5301)					UNIDADES: 4
HORAS					
TEORIA	PRACTICA	TRABAJO SUPERVISADO	LABORATORIO	SEMINARIO	
3	2	No tiene	No tiene	No tiene	
<u>PROPÓSITO:</u> El proceso de intercambio de calor entre dos fluidos que están a diferentes temperaturas y separados por una pared sólida, ocurre en muchas aplicaciones de ingeniería, especialmente en plantas donde se desarrollan procesos químicos de variada naturaleza. Cada aplicación en particular dictará las reglas a seguir para obtener el mejor diseño en relación a consideraciones económicas, de tamaño, peso, entre otras; pero los fundamentos teóricos de la transferencia de calor aplicados al diseño de intercambiadores son los mismos en todos los casos posibles. En tal sentido, es de vital importancia conocer, entender y emplear dichos fundamentos en la solución de problemas de intercambio de calor, comprendiendo los mecanismos de transferencia presentes y en particular, el efecto que las variables involucradas tienen sobre todo el proceso, lo cual guarda relación con los conceptos de coeficiente global de transferencia de calor y resistencia controlante. Así mismo, se pueden diferenciar entre sí los mecanismos de transferencia de calor, considerando la naturaleza de la conducción y de la radiación, y haciendo hincapié en la naturaleza empírica del cálculo de los coeficientes de convección asociados a los procesos con o sin cambio de fase. Finalmente, debe recordarse en todo momento que la aplicación apropiada de los principios de la transferencia de calor al diseño de un equipo destinado a cubrir un objetivo determinado en ingeniería es de capital importancia, porque se trabaja en la consecución del importante logro que presupone el desarrollo de un producto para obtener provecho económico, bien sea de manera directa o indirecta. Por lo anteriormente expuesto, en este curso se pretende proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos de Transferencia de Calor necesarios para la resolución de problemas de análisis, diseño y selección de equipos relacionados con el intercambio de calor.					
FECHA:	Nº EMISION:	PERIODO VIGENTE: SEM 03/2007	ULTIMO PERIODO 2015	PROFESOR:	
JEFE DE DPTO. N. GUZMAN	FIRMA JEFE DEPT:	APROB.C.ESC. 11 ABR 2007	APROB.C.FAC. 13 JUN 2006	DIRECTOR: J. SORRENTINO	

OBJETIVOS GENERALES:

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Enunciar los conceptos y principios básicos que rigen la transferencia de calor.
2. Aplicar los conceptos y principios básicos, así como las relaciones matemáticas que de ellos se derivan, en la resolución de problemas que involucren la transferencia de calor.
3. Dimensionar equipos y/o establecer las condiciones de operación de los mismos.
4. Manejar la bibliografía técnica necesaria para completar datos que le permitan cumplir con los objetivos antes mencionados.

CONTENIDO:

Programa sinóptico: Introducción a la transferencia de calor. Conducción. Convección Forzada. Equipos de transferencia de calor sin cambio de fase. Transferencia de calor con cambio de fase. Convección Natural. Aplicaciones de la transferencia de calor por conducción. Radiación.

Programa detallado:

Tema I: Introducción a la Transferencia de Calor

Conceptos fundamentales de transferencia de calor. Mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Mecanismos combinados.

Objetivos específicos:

1. Identificar el objeto de la transferencia de calor y su relación con la termodinámica.
2. Definir los conceptos básicos asociados a la transferencia de calor.
3. Identificar los mecanismos de transferencia de calor que intervienen en una situación dada.
4. Identificar las variables que afectan cada uno de los mecanismos de transferencia de calor.

Tema II: Transferencia de Calor por Conducción

Ley de Fourier. Balance diferencial de energía. Conducción estacionaria unidimensional: geometría plana, cilíndrica y esférica. Resistencias térmicas en serie y en paralelo. Definición de coeficiente global de transferencia de calor.

Objetivos específicos:

1. Identificar cada uno de los términos que componen la ecuación general de conducción.
2. Establecer las expresiones que permiten determinar la velocidad de transferencia de calor en estado estacionario para geometrías planas, cilíndricas y esféricas.
3. Establecer la analogía entre resistencia térmica y resistencia eléctrica, y manejar este concepto en sistemas complejos en serie y paralelo.
4. Definir el coeficiente global de transferencia de calor para una situación dada e identificar los términos que lo componen.

5. Identificar la resistencia controlante de un proceso dado, en caso de que exista.

Tema III: Transferencia de Calor por Convección Forzada

Ley de enfriamiento de Newton. Concepto de capa límite. Análisis dimensional. Convección forzada. Correlaciones para la determinación de los coeficientes de transferencia de calor por convección forzada (flujo interno y flujo externo).

Objetivos específicos:

1. Identificar las variables que influyen sobre el coeficiente de transferencia de calor por convección.
2. Identificar los números adimensionales que describen la convección forzada y establecer su influencia sobre el coeficiente de transferencia de calor.
3. Manejar las correlaciones clásicas para la determinación de coeficientes de transferencia de calor por convección forzada.
4. Aplicar la estimación de coeficientes de convección forzada a la solución de problemas de diseño y/o evaluación.

Tema IV: Equipos de Transferencia de Calor sin Cambio de Fase

Equipos de transferencia de calor sin cambio de fase. Intercambiadores de doble tubo. Intercambiadores de tubos y carcasa. Configuraciones de flujo: paralelo y contracorriente. Diferencia de temperatura media logarítmica. Factor de corrección de temperatura. Resistencia al ensuciamiento. Cálculo de caída de presión en intercambiadores de calor. Dimensionamiento de equipos de transferencia de calor sin cambio de fase.

Objetivos específicos:

1. Enunciar los principios básicos de funcionamiento y componentes que constituyen un equipo de transferencia de calor.
2. Establecer las diferentes configuraciones de flujo que se pueden lograr en un equipo de transferencia de calor y expresar en forma apropiada la expresión para la diferencia de temperatura correspondiente.
3. Identificar el efecto que el ensuciamiento tiene sobre el coeficiente global de transferencia de calor y el diseño de equipos.
4. Estimar las caídas de presión que se producen en un equipo de transferencia de calor.
5. Emplear adecuadamente criterios de diseño para tomar las decisiones apropiadas ante una situación dada.
6. Establecer un procedimiento de cálculo que permita realizar el diseño y/o evaluación de un equipo de transferencia de calor sin cambio de fase, desde el punto de vista térmico e hidráulico.

Tema V: Transferencia de Calor con Cambio de Fase

Ebullición. Mecanismos: nucleada y en película. Correlaciones para la determinación de los coeficientes de transferencia de calor en ebullición. Condensación. Mecanismos: en película y en gotas. Correlaciones para la determinación de los coeficientes de transferencia de calor en

condensación. Dimensionamiento de condensadores y rehervidores.

Objetivos específicos:

1. Identificar los mecanismos a través de los cuales se producen los procesos de ebullición y condensación.
2. Manejar las correlaciones clásicas para la determinación de coeficientes de transferencia de calor con cambio de fase
3. Aplicar la estimación de coeficientes de cambio de fase a la solución de problemas de diseño y/o evaluación.
4. Emplear adecuadamente criterios de diseño para tomar las decisiones apropiadas ante una situación dada.
5. Establecer un procedimiento de cálculo que permita realizar el diseño y/o evaluación de un equipo de transferencia de calor con cambio de fase, desde el punto de vista térmico e hidráulico.

Tema VI: Transferencia de Calor por Convección Natural

Convección natural. Correlaciones para la determinación de los coeficientes de transferencia de calor por convección natural.

Objetivos específicos:

1. Identificar los números adimensionales que describen la convección natural y establecer su influencia sobre el coeficiente de transferencia de calor.
2. Manejar las correlaciones clásicas para la determinación de coeficientes de transferencia de calor por convección natural.
3. Aplicar la estimación de coeficientes de convección natural a la solución de problemas de diseño y/o evaluación.

Tema VII: Aplicaciones de la Transferencia de Calor por Conducción

Aislamiento. Radio crítico. Selección de aislantes. Superficies extendidas. Dimensionamiento de aroenfriadores. Conducción no estacionaria.

Objetivos específicos:

1. Seleccionar adecuadamente aislantes, tomando en consideración todos los aspectos técnicos, económicos, de seguridad y ambientales involucrados.
2. Establecer la importancia de las superficies extendidas para la transferencia de calor y comprender los fundamentos teóricos que las describen.
3. Establecer un procedimiento de cálculo que permita realizar el diseño y/o evaluación de un aroenfriador, desde el punto de vista térmico e hidráulico.
4. Analizar procesos de transferencia de calor en estado no estacionario y definir las variables que afectan su desempeño.

Tema VIII: Transferencia de Calor por Radiación

Conceptos fundamentales. Radiación de un cuerpo negro. Ley de Stefan Boltzmann. Absorción, reflexión y transmisión. Ley de Kirchoff. Superficies grises. Radiación entre superficies negras. Radiación entre superficies grises. Dimensionamiento básico de equipos de fuego directo.

Objetivos específicos:

1. Establecer los conceptos básicos asociados a la transferencia de calor por radiación.
2. Establecer un procedimiento básico para el diseño de hornos.

EVALUACIÓN:

Se propone una evaluación que utilizará los siguientes instrumentos: pruebas tipo ensayo (desarrollo temático o problemas) y proyectos dirigidos al diseño, dimensionamiento o evaluación de equipos de transferencia de calor. Para ello el contenido de la asignatura se divide en dos partes: temario básico, conformado por los temas I, II, III y IV; y temario complementario, conformado por los temas V, VI, VII y VIII.

1. Se realizarán tres exámenes parciales con la siguiente distribución:

	TEMAS	VALOR PORCENTUAL
Primer Parcial	I, II y VII	15%
Segundo Parcial	III y VI	20%
Tercer Parcial	IV	20%

A continuación se presenta de forma tentativa la evaluación a aplicar:

Primer Parcial: Prueba tipo ensayo donde se manejen problemas de conducción estacionaria unidimensional, resistencias térmicas en serie, coeficiente global de transferencia de calor y el concepto de resistencia controlante, además de preguntas enfocadas al análisis desde el punto de vista de transferencia de calor de equipos y artefactos de uso común, así como la aplicación de los conocimientos básicos de la termodinámica. Se evaluarán también problemas asociados a las aplicaciones de la transferencia de calor por conducción (tema VII). Se recomienda que esta prueba se realice en el salón de clases.

Segundo Parcial: Prueba tipo ensayo donde se manejen problemas de convección forzada y natural, estimación de coeficientes y determinación de áreas de transferencia de calor o temperaturas de salida. Se recomienda que esta prueba no se realice en el salón de clases, sino que se asigne para la casa.

Tercer Parcial: Prueba tipo ensayo donde se manejen problemas de dimensionamiento y/o evaluación de intercambiadores de calor doble tubo. Se recomienda que esta prueba se realice en el salón de clases.

1. Se realizará un proyecto de dimensionamiento de equipos de transferencia de calor. Para desarrollarlo los estudiantes deberán recopilar la información necesaria, realizar los cálculos pertinentes y decidir entre varias alternativas a través de un estudio económico. Este proyecto se hará por grupos, aunque cada estudiante deberá aportar ciertos resultados en forma individual, y podrá estar sujeto a un interrogatorio oral público una vez sea presentado y aceptado.

VALOR PORCENTUAL: 20%

2. Se realizará una práctica evaluada cada vez que se culmine cada uno de los temas referidos. Estas pruebas cubrirán las materia dictada hasta el momento de la evaluación y estarán constituidas por problemas prácticos y la teoría que abarquen los objetivos correspondientes.

VALOR PORCENTUAL: 15%

3. La evaluación del temario complementario (Temas V, VI, VII y VIII) podrá realizarse de diferentes maneras, las cuales incluyen: asignación de problemas particulares, proyectos de tipo práctico, seminarios, investigaciones, entre otros. La escogencia de una u otra forma dependerá de la disponibilidad de tiempo, el desempeño del grupo y el cumplimiento de los objetivos planteados.

VALOR PORCENTUAL: 10%

4. Para considerar la nota de lo contemplado en los apartes 3 y 4 (prácticas evaluadas y evaluación correspondiente al temario complementario), cada estudiante deberá aprobar al menos dos (2) exámenes parciales y tener un promedio mínimo de diez (10) en el promedio ponderado de los tres exámenes parciales y el proyecto.

5. Finalmente, se propondrán problemas acerca de los contenidos presentados en los temarios básico y complementario de la asignatura. Los estudiantes que presenten soluciones interesantes a tiempo recibirán una calificación adicional hasta un máximo de un (1) punto sobre la nota definitiva.

Quien no cumpla con lo establecido en el aparte 5 (promedio mínimo de diez en parciales y proyecto) tendrá derecho a un examen de reparación a realizarse al final del semestre, el cual comprenderá todos los temas señalados en el temario básico de la asignatura.

REQUISITOS:

Formales: Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales (0257) y Mecánica de Fluidos (5301).

Académicos: Con el fin de aprovechar y entender a cabalidad la materia y sus aplicaciones, el estudiante debería poseer los siguientes conocimientos:

1. Cálculo diferencial e integral: derivadas, significado físico, ecuaciones diferenciales lineales de primero y segundo orden, con coeficientes constantes y variables.

Ecuaciones sencillas en derivadas parciales. Integrales simples, integrales de superficie y de volumen.

2. Conocimientos básicos de transporte de fluidos.
3. Conocimientos básicos de termodinámica.
4. Balances de masa y energía.
5. Métodos numéricos.
6. Manejo de tablas, gráficas y nomogramas en todos los sistemas de unidades normalmente utilizados en ingeniería, manejo del Manual del Ingeniero Químico (Perry).

PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA:

Suponiendo un semestre de 16 semanas, a razón de 5 horas semanales se tiene un total de ochenta (80) horas de clase, distribuidas de la siguiente forma (lo cual incluye la aplicación de pruebas):

<u>Tema</u>	<u>Nº horas</u>
I	02
II	13
III	11
IV	22
V	05
VI	04
VII	13
VIII	10
Total:	80

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

1. Hollman. "Transferencia de Calor". 8va. Edición. Mc Graw Hill. Madrid. 1998.
2. Incropera. "Fundamentos de Transferencia de Calor". 4ta. Edición. Prentice may. México. 1996.
3. Mills. "Transferencia de Calor". Irwin. México. 1995.
4. Karlekar. "Transferencia de Calor". 2da. Edición. Interamericana. México. 1985.
5. Kern. "Procesos de Transferencia de Calor". Continental. 1972.
6. Bennet y Myers. "Transferencia de Cantidad de Movimiento, Calor y Materia". Reverté. 1979.
- 7.- Mc Adams. "Transmisión de Calor". 3ra. Edición. Mc Graw Hill. 1974.
- 8.- Welty. "Transferencia de Calor aplicada a la Ingeniería". Noriega Editores. México. 1995.