



ITSON
Educar para
Trascender

NOMBRE DEL CURSO: TRANSFERENCIA DE CALOR CON LABORATORIO
CLAVE/ID CURSO: 1178G / 006188
DEPARTAMENTO: DPTO CS. AGUA Y MEDIO AMBIENTE
BLOQUE/ACADEMIA A LA QUE PERTENECE: Ingeniería Química Aplicada en Operaciones Unitarias
INTEGRANTES DEL COMITE DE DISEÑO: Cirilo Andrés Duarte Ruiz, María del Rosario Martínez Macias, Edna Rosalba Meza Escalante, Reyna Guadalupe Sánchez Duarte, Denisse Serrano Palacios y Yedidia Villegas Peralta

REQUISITOS: Requisito de Transferencia de Calor c/Lab: Transporte de Fluidos con Laboratorio y Transporte de Fluidos (Laboratorio)

HORAS TEORÍA: 3

HORAS LABORATORIO: 0

HORAS PRÁCTICA: 0

CRÉDITOS: 5.62

PROGRAMA(S) EDUCATIVO(S) QUE LO RECIBE(N): Ingeniería Química

PLAN: 2016

FECHA DE ELABORACIÓN: 18 Octubre del 2016

Competencia a la que contribuye el curso: 1. Gestionar los procesos de transformación de la materia, apoyándose en un conjunto de normas y procedimientos que mantengan la rentabilidad del proceso, atendiendo la visión y misión de la empresa. 2. Gestionar los procesos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente con el fin de que garantice la óptima calidad del medio ambiente	Tipo de Competencia Específica
Competencia(s) generica(s) de impregnación: COMUNICACIÓN EFECTIVA: Comunica mensajes a través de distintos medios de acuerdo con criterios establecidos en el uso del lenguaje oral y escrito para contribuir al desarrollo personal y profesional. TRABAJO EN EQUIPO: Desarrolla actividades de trabajo colaborativo entre diversas personas para cumplir con objetivos específicos comunes a estas, a las áreas y a las organizaciones a las que pertenecen o en las que trabajan. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS: Soluciona problemas en diversos contextos a través de un proceso estructurado de razonamiento apoyado en un conjunto de herramientas, principios y técnicas.	Nivel de Dominio Intermedio

Descripción general del curso: Esta materia se ofrece en el sexto semestre de la carrera de Ingeniería Química, del Bloque Ingeniería Aplicada, se compone de 5 unidades de competencias en el cual el estudiante aprenderá a desarrollar la capacidad para diseñar, seleccionar y/o dimensionar equipos de procesos industriales que fundamenta su operación en los principios de balance de materia y energía y los fenómenos de transferencia de calor además, desarrollará competencias genéricas tales como comunicación efectiva, trabajo en equipo y solución de problemas.

Unidad de Competencia 1	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Aplicar el mecanismo de transferencia de calor de conducción para aplicaciones de Ingeniería en estado estable y no estable.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distinguir la Ley de Fourier y su relación con la conductividad térmica en la determinación de espesores de aislantes. 2. Aplicar la ley de Fourier sobre conducción de calor en superficies planas y curvas. 3. Aplicar la ley de Fourier en la solución de problemas con resistencias en serie y paralelo. 4. Determinar perfiles de temperaturas en sistemas de transferencia de calor en estado no estable. 	Transferencia de calor por conducción en sólidos <ul style="list-style-type: none"> • Ley de Fourier en superficies planas y curvas • Cálculo de espesor óptimo de aislantes • Conducción en estado inestable.

Criterios de Evaluación

	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elabora un escrito en clase sobre los mecanismos de transmisión de calor (radiación, conducción y convección), en donde el alumno identifique por lo menos un ejemplo real donde se presenten dichos mecanismos. 2. Resolución de ejercicios en clase relacionados con Ley de Fourier en superficies planas y curvas así como su interpretación. 3. Resolución de ejercicios en clase relacionados con el cálculo óptimo de aislantes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escrito que contendrá los conceptos de mecanismos de transmisión de calor, además de un ejemplo real donde se identifiquen los mecanismos. El escrito deberá estar redactado en forma clara, excelente ortografía, incluirá referencia bibliográfica e impreso. 2. Desarrollar la metodología de solución del problema siguiendo un orden lógico hasta llegar al resultado. Adicionalmente deberá presentar la homogenización de sistema de unidades utilizando factores de conversión necesarios. 3. La resolución de problemas: Identificará a través del

	4. Resolución de ejercicios de transferencia de calor por conducción en estado no estable.	análisis del enunciado de un problema de transferencia de calor por conducción, los factores que componen el entorno donde ocurre el problema y proponer acciones que lo solucionen relacionados con la transferencia de calor por conducción. 4. En la resolución de problemas relacionados con el cálculo óptimo de aislantes contendrá el procedimiento de manera detallada, aplicando diversos tipos de unidades.
p r o d u c t o s	1. Documento escrito sobre los mecanismos de transmisión de calor, con su respectivo ejemplo.	1. Documento escrito que debe contener una tabla descriptiva sobre los mecanismos de transmisión de calor, que incluya un ejemplo, considerando reglas ortográficas.
	2. Asignación por escrito de problemas relacionados con: la Ley de Fourier en superficies planas y curvas, el cálculo óptimo de aislantes y la transferencia de calor por conducción en estado no estable	2. Asignaciones entregadas en tiempo y forma que incluya carátula que identifique plenamente al alumno, el número de asignación y la competencia correspondiente, hoja de respuestas.
	3. Documento escrito que contenga la solución de problemas donde se apliquen ecuaciones y concepto de la Ley de Fourier, cálculo óptimo de aislantes y transferencia de calor por conducción en estado no estable.	3. Documento escrito; que debe contener ejercicios resueltos, que incluyan el enunciado del problema así como la resolución matemática del mismo, estos problemas deben enfatizarse en la aplicación de la Ley de Fourier, cálculo óptimo de aislantes y transferencia de calor por conducción en estado no estable.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de transmisión de calor (radiación, conducción y convección) • Ley de Fourier y cálculo óptimo de aislantes • Transferencia de calor por conducción en estado no estable 	

Unidad de Competencia 2	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Estimar coeficientes de película y globales de transferencia de calor considerando el régimen de flujo y la fase en que el fluido se encuentre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la definición de coeficiente de película, viscosidad cinemática, esfuerzo cortante tomando en cuenta la literatura disponible. 2. Determinar coeficientes de película en sistemas de una fase, para flujo: laminar, de transición y turbulento. 3. Determinar coeficientes de película para sistemas con cambio de fase. 4. Determinar temperaturas calóricas para el cálculo de coeficientes de película. 5. Calcular coeficientes totales de diseño para equipo de transferencia de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capa límite térmica • Ecuaciones empíricas para estimación de coeficientes de película. • Influencia del cambio de fase en la estimación de coeficientes de película • Números adimensionales en transferencia de calor • Determinación de coeficientes de película en fluidos en el interior de tubos • Flujo turbulento • Caso general • Para gases • Flujos isotérmicos • Metales líquidos • Convección forzada • Con cambios de fase • Flujo laminar • General (promedio) • Poco viscosos • Convección forzada • Con cambio de fase • Flujo de transición • Factor de Colburn • Determinación de coeficientes de película en fluidos en el exterior de tubos (lodo de coraza) . • Flujo turbulento: Líquidos, Gases, Líquidos en espacio anular • Convección forzada: calentamiento-enfriamiento • Flujo laminar: Líquidos, Gases.
Crterios de Evaluación		

	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<p>1. Determina coeficientes de película en sistemas de una fase, para flujo: laminar, de transición y turbulento; en base a los números adimensionales de transferencia de calor, según sea el caso.</p> <p>2. Resolución de ejercicios en clase donde determine temperaturas calóricas con el método de aproximaciones sucesivas para el cálculo de coeficientes de película.</p> <p>3. Resolución de ejercicios en clase relacionados con Ley de Fourier en superficies planas y curvas así como su interpretación.</p> <p>4. Calcula coeficientes totales de diseño para equipos de transferencia de calor, aplicando el concepto de conversión forzada y natural.</p>	<p>1. Los coeficientes de película se determinarán en base a fórmulas y criterios establecidos y siguiendo un orden lógico hasta llegar al resultado.</p> <p>2. Las temperaturas calóricas deberán de calcularse en el programa "Excel" usando el método de aproximaciones sucesivas.</p> <p>3. Desarrollar la metodología de solución de problemas siguiendo un orden lógico hasta llegar al resultado. Adicionalmente deberá presentar la homogenización de sistemas de unidades utilizando factores de conversión necesarios.</p> <p>4. Los coeficientes totales de diseño para equipos de transferencia de calor se calcularán siguiendo la metodología establecida en clase en un orden lógico hasta llegar al resultado.</p>
P r o d u c t o s	<p>1. Elabora un escrito sobre la Ley de enfriamiento de Newton y como varía el coeficiente de película o coeficiente convectivo de transferencia de calor con el régimen de flujo y el cambio de fase (convección forzada y natural).</p> <p>2. Documento escrito sobre la ley de enfriamiento de Newton y como varía el coeficiente de película con el régimen de flujo y el cambio de fase.</p> <p>3. Ejercicios para determinar coeficientes de película en sistemas de una fase, para flujo: laminar, de transición y turbulento.</p> <p>4. Ejercicios para determinar temperaturas calóricas necesarias en el cálculo de coeficientes de película usando el método de aproximaciones sucesivas Excel ejercicio.</p> <p>5. Ejercicio de diseño para equipos de transferencia de calor donde se determinen coeficientes de película, coeficientes totales de diseño y flujo de calor en diferentes regímenes de flujo</p>	<p>1. El escrito deberá estar sustentado en la lectura de referencias básicas y actualizadas sugeridas, además deberá estar redactado en forma clara, excelente ortografía, incluirá referencia bibliográfica e impreso.</p> <p>2. Asignación entregada en tiempo y forma que incluya carátula que identifique plenamente al alumno, el número de asignación y la competencia a la que contribuya. El escrito deberá cumplir: Redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y referencias bibliográficas utilizadas correctamente reportadas.</p> <p>3. Documento escrito; que debe contener ejercicios resueltos, que incluyan el enunciado del problema así como la resolución matemática del mismo.</p> <p>4. 3, 4 y 5 los ejercicios para determinar temperaturas calóricas deberán desarrollarse en el programa "Excel", se entregará un archivo con el ID y nombre del alumno que contenga los ejercicios resueltos en dicho programa.</p>
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de enfriamiento de Newton • Coeficiente de película y coeficiente global de transferencia de calor • Convección forzada en calentamiento-enfriamiento. • Coeficientes de película para sistemas con cambio de fase (Ebullición y condensación). • Coeficientes de película en fluidos en el exterior de tubos y espacios anulares 	

Unidad de Competencia 3	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Dimensionar intercambiadores de tubo doble o de tubos concéntricos para una aplicación industrial especificada.	<p>1. Identificar las partes que componen un intercambiador de doble tubo, dado un esquema tomando en cuenta la literatura disponible.</p> <p>2. Diseñar un intercambiador de doble tubo utilizando las ecuaciones básicas de diseño</p> <p>3. Diseñar un intercambiador de doble tubo, utilizando las ecuaciones básicas de diseño y considerando distintos tipos de arreglo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencia logarítmica de Temperatura • Propiedades físicas relacionadas con diseño de equipo de transferencia de calor. • Número de Nuselt • Número de Reynolds • Número de Prandtl • Coeficientes individuales y globales de transmisión de calor • Balance de materia y energía en intercambiadores de calor de doble • tubo • Factores de incrustación • Procedimiento de unidades • básicas de transferencia de calor • Arreglos en serie y en paralelo de intercambiadores de doble tubo.

		• Equipo de transferencia de calor utilizado en la industria.
Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> • Investiga las partes de un intercambiador de doble tubo (tubos concéntricos) y los equipos de transferencia de calor utilizados en la industria. • Determina en clase los coeficientes totales de transferencia de calor y realiza un balance de energía para el cálculo de calor en un intercambiador de tubos concéntricos. • Determina en clase las dimensiones de un intercambiador de tubos concéntricos aplicando situaciones particulares de un proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • El reporte de investigación escrita deberá estar sustentado en la lectura de referencias básicas y actualizadas sugeridas, además deberá estar redactado en forma clara, excelente ortografía, incluirá referencia bibliográfica e impreso. • Los coeficientes totales de transferencia de calor y el balance de energía, se determinaran en base a fórmulas y criterios establecidos y siguiendo un orden lógico hasta llegar al resultado. • Desarrolla la metodología de solución de problemas siguiendo un orden lógico hasta llegar al resultado. Adicionalmente deberá presentar la homogenización de sistemas de unidades utilizando factores de conversión necesarios
P r o d u c t o s	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reporte de investigación escrita referente a las partes de un intercambiador de doble tubo y los equipos de transferencia de calor utilizados en la industria. 2. Ejercicios para determinar coeficientes totales de transferencia de calor y balances de energía para calcular calor en intercambiadores de tubos concéntricos. 3. Ejercicios para determinar dimensiones de un intercambiador de tubos concéntricos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asignación entregada en tiempo y forma que incluya carátula que identifique plenamente al alumno, el número de asignación y la competencia a la que contribuya. El escrito deberá cumplir: Redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y referencias bibliográficas utilizadas correctamente reportadas. 2. Documento escrito; que debe contener ejercicios 2 y 3 resueltos, que incluyan el enunciado del problema así como la resolución matemática del mismo
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de intercambiadores de calor de tubos concéntricos y las principales partes que lo componen. • Estimación de coeficientes totales de transferencia de calor y balances de energía para calcular calor en intercambiadores de tubos concéntricos. • Factores de incrustación en intercambiadores de tubos concéntricos en arreglos en serie y en paralelo 	

Unidad de Competencia 4	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Dimensionar intercambiadores de carcasa - tubos, e intercambiadores de placas para una aplicación industrial especificada.	<ol style="list-style-type: none"> 1..Identificar las partes básicas de un intercambiador de carcasa y tubos, dado un esquema basado en lo que señala la literatura disponible 2. Clasificar las distintas configuraciones de cambiadores de carcasa y tubos dependiendo de las características de los fluidos de proceso involucrados. 3. Determinar Coeficientes de transmisión de calor con base a ley de Fourier y de las características de los fluidos de proceso involucrados. 4. Distinguir las configuraciones de intercambiadores de calor de superficies ampliadas más frecuentes en la industria 5. Dimensionar intercambiadores de carcasa y tubos utilizando el procedimiento reportado para ello en la literatura disponible. 6. Diseñar intercambiadores de placas utilizando el procedimiento reportado para ello la literatura disponible. 7. Evaluar la operación de intercambiadores de placas con base a la eficiencia de transferencia de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> •Diferencia logarítmica de Temperatura, •Número de Nusselet, •Número de Reynolds, •Número de Prandtl, Coeficientes individuales y globales de transmisión de calor •Procedimientos de Kern y Bell para cálculo de Intercambiador de calor de coraza y tubos •Características de los Intercambiadores de acuerdo a TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association), y BS 3274 (British Standard) •Guía de selección de Intercambiadores de calor de tubos y carcasa. •Uso de agua y vapor en intercambiadores y condensadores. •Características y operación de Intercambiadores de placas •Equipo con superficies extendidas.

Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> • Debate: Lecturas. Definición y ecuaciones de: número de Nusselt, Reynolds, Prandtl para calcular coeficientes individuales y globales de transferencia de calor. • Debate sobre lectura y video de intercambiadores de calor de placas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La participación en el debate de las lecturas se incitará por el maestro quien ejercerá de moderador. Previamente el alumno habrá investigado el tema. • Previamente el alumno habrá visto el video. El debate se incitará por el maestro quien fungirá de moderador.
P r o d u c t o s	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios de cálculo de coeficientes individuales y globales de transferencia de calor en intercambiadores de carcasa y tubos • Ejercicios: Dimensionar intercambiadores de calor de carcasa y tubos. • Ejercicios de diseño de intercambiadores de placas. • Quiz de la presentación: "Equipo de transferencia de calor usado en la industria y sus características de acuerdo a la TEMA y BS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los ejercicios de cálculo serán asignaciones que se entregarán a tiempo e incluirán: carátula que identifique plenamente al alumno, el número de asignación y la competencia a la que contribuya. • Los ejercicios de a los criterios y metodología indicados por el maestro (formato, contenido y presentación). • Los ejercicios de diseño de intercambiadores de placas deberán ser entregados a tiempo, cumpliendo la rúbrica estipulada por el maestro.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de intercambiadores de carcasa y tubos y las principales partes que lo componen. • Número de Nusselt, Reynolds, Prandtl • Coeficientes individuales y globales de transferencia de calor. 	

Unidad de Competencia 5	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Dimensionar evaporadores de múltiple etapa para procesos de concentración de productos de interés comercial.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar balances de materia y energía a un evaporador con base a las ecuaciones generales de balance de materia y energía. 2. Evaluar el incremento útil de temperatura en un evaporador, dadas las concentraciones inicial y final del producto a concentrar 3. Evaluar el calor transferido en un efecto, con base a las condiciones de presión y temperatura del fluido de calentamiento. 4. Evaluar la necesidad de vapor vivo en un evaporador de simple efecto o multiefecto, con base a las necesidades del producto a concentrar. 5. Identificar las distintas configuraciones de evaporadores más frecuentes en la industria 6. Dimensionar térmicamente un evaporador, utilizando la ecuación de Fourier. 	<ul style="list-style-type: none"> •Propiedades coligativas de la solución diluidas y concentradas. •Elevación del punto de ebullición, regla de Duhring •Balance de masa y entalpía para sustancias involucradas en proceso de evaporación de un efecto •Capacidad y economía de evaporadores •Balance de masa y entalpía para sustancias involucradas en proceso de evaporación de múltiple efecto. •Tipos de evaporadores

Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o	Debate sobre evaporadores de efecto simple y múltiple que incluyen: balance de materia y energía, cálculo de calor transferido en base a las condiciones de presión y temperatura del fluido de calentamiento y economía.	La participación en el debate de las lecturas se incitará por el maestro quien ejercerá de moderador. Previamente el alumno habrá investigado el tema.

o s		
P r o d u c t o s	Ejercicios de evaporadores de simple efecto y efecto múltiple	Los ejercicios de evaporadores de simple efecto y efecto múltiple se deberán entregar de acuerdo los criterios y metodología indicados por el maestro (formato, contenido y presentación).
C o n o c i m i e n t o s	Evaporadores de efecto simple y múltiple.	

Evaluación del curso

Criterio	Ponderación
Unidad de competencia 1	10%
Unidad de competencia 2	25%
Unidad de competencia 3	25%
Unidad de competencia 4	20%
Unidad de competencia 5	20%
	100% (Cumpliendo total de criterios)

Bibliografía Básica

Autor	Título	Edición	Editorial	ISBN
• CENGEL YUNUS A.	TRANSFERENCIA DE CALOR	1	MCGRAW HILL INTERAMERICANA S. A.	
• Claudio Gelmi W.; Pedro Saa H.	TRANSFERENCIA DE CALOR, MASA Y MOMENTUM casos de estudio	1	JC PRODUCCIONES Y DISTRIBUCIONES	
COULSON J. M./ RICHARDSON J.F.	INGENIERIA QUIMICA	3	REVERTE EDICIONES, S. A. DE C. V.	
FRANK KREITH, RAJ M. MANGLIK, MARK S. BOHN	Principios de transferencia de calor.	7	ALFAOMEGA	
KERN DONALD Q.,	PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	1	COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V.	