



**ITSON**  
Educar para  
Trascender

<b>NOMBRE DEL CURSO:</b> TRANSFERENCIA DE CALOR (LABORATORIO)
<b>CLAVE/ID CURSO:</b> 1180G / 006190
<b>DEPARTAMENTO:</b> DPTO CS. AGUA Y MEDIO AMBIENTE
<b>BLOQUE/ACADEMIA A LA QUE PERTENECE:</b> Ingeniería Aplicada
<b>INTEGRANTES DEL COMITE DE DISEÑO:</b> María Magdalena Armendariz Ontiveros, Juan Francisco Maldonado Escalante, Cirilo Andrés Duarte Ruiz, Rigoberto Plascencia Jatomea, Nidia Josefina Rios Vázquez

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

**HORAS TEORÍA:** 0

**HORAS LABORATORIO:** 2

**HORAS PRÁCTICA:** 0

**CRÉDITOS:** 3.75

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

**PLAN:** 2016

**FECHA DE ELABORACIÓN:** Marzo de 2019

<b>Competencia a la que contribuye el curso:</b> 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	<b>Tipo de Competencia</b> Específica
<b>Competencia(s) generica(s) de impregnación:</b> 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.	<b>Nivel de Dominio</b> Intermedio

**Descripción general del curso:** Este curso pertenece al sexto semestre, del Bloque de ingeniería aplicada, se compone de cuatro unidades de competencia, en el cual el estudiante aplicara 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 los principios de transporte de calor y masa para el cálculo de coeficientes y generación de vapor, con base a los requerimientos de la industria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar los principios de transferencia de masa, a través del tipo de fuerza impulsora para la definición del estado físico de la materia.</li> <li>•Determinar el grado de difusión molecular entre dos fases para agua-aire y etanol-aire, a través de diferencia de concentraciones entre los sistemas.</li> <li>•Calcular los coeficientes de transferencia de masa en estado no estable para la determinación de la rapidez de la transferencia de oxígeno en tratamientos de aguas residuales.</li> <li>•Analizar la química de la combustión en la operación de una caldera de gas por medio de la estequiometría de la reacción de combustión.</li> <li>•Identificar las clases de combustibles y sus aplicaciones específicas en las calderas industriales y del LV900.</li> <li>•Determinar el peso de aire de combustión para el cálculo de la eficiencia de la caldera ubicada en el LV900.</li> <li>•Determinar las características del vapor de agua y su calorimetría de la caldera ubicada en el LV900.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El flux de transporte de masa.</li> <li>-La ley de Fick para la difusión.</li> <li>-Difusión molecular entre fases.</li> <li>-Coeficientes de transferencia de masa en flujo laminar.</li> <li>-Productos de escape de la combustión.</li> <li>-Peso de gases secos por kg combustible.</li> <li>-Entalpia de vaporización y de líquido.</li> <li>-Entalpia total de vapor de agua saturado húmedo.</li> <li>-Volumen específico y densidad del vapor saturado húmedo y seco.</li> </ul>

Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
<b>D</b> <b>e</b> <b>s</b> <b>e</b> <b>m</b> <b>p</b> <b>e</b> <b>ñ</b> <b>o</b> <b>s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realiza la practica 1: "Políticas de Laboratorio".</li> <li>•Realiza la practica 2: "Difusividad".</li> <li>•Realiza la practica 3: "Coeficiente de transferencia de masa".</li> <li>•Realiza la practica 4: "Relación aire-combustible requerido en la operación de una caldera".</li> <li>•Realiza la practica 5: "Calidad de vapor mediante calorímetro".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar las practicas 1, 2, 3, 4 y 5 siguiendo el procedimiento descrito en el manual hasta llegar al resultado deseado. Adicionalmente, deberá presentar la homogenización de sistema de unidades, utilizando los factores de conversión necesarios para la resolución de problemas descritos en cada práctica, describiendo el procedimiento de los cálculos de manera detallada.</li> </ul>
<b>P</b> <b>r</b> <b>o</b> <b>d</b> <b>u</b> <b>c</b> <b>t</b> <b>o</b> <b>s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito sobre la estimación de los coeficientes de difusión del alcohol etílico y agua en aire. Y hacer una comparación del coeficiente teórico con el práctico.</li> <li>•Reporte escrito sobre coeficiente KLa, la ecuación de la reacción química del sulfito de sodio y la capacidad de oxígeno y la eficiencia de transferencia del aireador empleado.</li> <li>•Reporte escrito sobre los kilogramos de combustible y aire teórico utilizado en la combustión</li> <li>•Reporte escrito sobre la calidad del vapor de la caldera del laboratorio LV900.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito que debe contener la resolución de la ecuación 1 y la comparación entre el coeficiente teórico con el práctico, y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Reporte escrito que debe contener una gráfica en hoja de cálculo y las unidades de KLa, y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Reporte escrito que debe contener la relación de aire-combustible y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Reporte escrito que debe contener el significado de vapor saturado, sobre saturado y los tipos de calorímetros que existen y su funcionamiento y ser entregado en tiempo y forma</li> </ul>
<b>C</b> <b>o</b> <b>n</b> <b>o</b> <b>c</b> <b>i</b> <b>m</b> <b>i</b> <b>e</b> <b>n</b> <b>t</b> <b>o</b> <b>s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Flux másico.</li> <li>•Ley de Fick.</li> <li>•Difusión molecular.</li> <li>•Características del vapor de agua.</li> <li>•Clases de combustibles.</li> </ul>	

Unidad de Competencia 2	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Aplicar los mecanismos de transferencia de calor en convección forzada, para aplicaciones de Ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Discutir los conceptos de coeficiente de película, viscosidad cinemática y esfuerzo cortante, tomando en cuenta la literatura disponible para su aplicación en convección forzada mediante agitación mecánica.</li> <li>•Determinar coeficientes de película en flujo laminar, de transición y turbulento para tanques con agitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Capa límite térmica.</li> <li>-Capa límite hidrodinámica.</li> <li>-Ecuaciones empíricas para la estimación de coeficientes de película.</li> <li>-Influencia del cambio de fase en la estimación de coeficientes de película.</li> </ul>

Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
<b>D</b> <b>e</b> <b>s</b> <b>e</b> <b>m</b> <b>p</b> <b>e</b> <b>ñ</b> <b>o</b> <b>s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realiza la practica 6: "Tanque Con Agitación Mecánica. Determinación del coeficiente convectivo de transferencia de calor en un tanque agitado".</li> <li>•Realiza la practica 7: "Tanque con agitación mecánica, convección forzada mediante agitación".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar las practicas 6 y 7 siguiendo el procedimiento descrito en el manual hasta llegar al resultado deseado. Adicionalmente, deberá presentar la homogenización de sistema de unidades, utilizando los factores de conversión necesarios para la resolución de problemas descritos en cada práctica, describiendo el procedimiento de los cálculos de manera detallada.</li> </ul>
<b>P</b> <b>r</b> <b>o</b> <b>d</b> <b>u</b> <b>c</b> <b>t</b> <b>o</b> <b>s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito del coeficiente convectivo del líquido en el tanque.</li> <li>•Reporte escrito del coeficiente convectivo natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito que debe contener los cálculos detallados del coeficiente convectivo del líquido en el tanque y ser entregado en tiempo y forma</li> <li>•Reporte escrito que debe contener los cálculos detallados del coeficiente convectivo natural y ser entregado en tiempo y forma</li> </ul>
<b>C</b> <b>o</b> <b>n</b> <b>o</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Coeficientes de película y global de transferencia de calor.</li> <li>•Convección forzada en el calentamiento o enfriamiento de fluidos.</li> </ul>	

c  
i  
m  
i  
e  
n  
t  
o  
s

Unidad de Competencia 3	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Determinar los coeficientes globales de transferencia de calor en intercambiadores de tubo doble, de tubos concéntricos, de carcasa –tubos y de placas para una aplicación industrial especificada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar las partes que componen un intercambiador de doble tubo de acuerdo a la literatura disponible, para la operación adecuada del intercambiador de calor ubicado en el LV900.</li> <li>•Identificar las partes básicas de un intercambiador de tubos y coraza de acuerdo a la literatura disponible, para la operación adecuada del intercambiador de calor ubicado en el LV900</li> <li>•Discutir las posibles configuraciones de los intercambiadores de carcasa y tubos, en función de las necesidades térmicas planteadas por el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diferencia logarítmica de Temperatura</li> <li>-Propiedades físicas relacionadas con diseño de equipo de transferencia de calor.</li> <li>-Uso de agua y vapor en intercambiadores y condensadores.</li> <li>-Características y operación de Intercambiadores de placas</li> </ul>

**Criterios de Evaluación**

	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realiza la practica 8: "Intercambiador de tubos concéntricos en paralelo".</li> <li>•Realiza la practica 9: "Intercambiador de tubos concéntricos a contracorriente".</li> <li>•Realiza la practica 10: "Intercambiador de tubos y coraza flujo laminar".</li> <li>•Realiza la practica 11: "Intercambiador de placas en contracorriente".</li> <li>•Realiza la practica 12: "Intercambiador de placas en paralelo".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar las prácticas 8, 9, 10, 11 y 12 siguiendo el procedimiento descrito en el manual hasta llegar al resultado. Adicionalmente deberá presentar la homogenización de sistema de unidades utilizando factores de conversión necesarios para la resolución de problemas descritos en cada práctica, describiendo el procedimiento de los cálculos de manera detallada</li> </ul>
P r o d u c t o s	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito sobre la determinación práctica del coeficiente global de transferencia de calor en un Intercambiador de tubos concéntricos en paralelo.</li> <li>•Reporte escrito sobre la comparación del coeficiente global de transferencia de calor del arreglo en paralelo con los obtenidos del arreglo a contracorriente</li> <li>•Reporte escrito sobre la determinación teórica y experimental del coeficiente global de transferencia de calor en un Intercambiador de tubos y coraza flujo laminar</li> <li>•Reporte escrito sobre la comparación del coeficiente global de transferencia de calor de un Intercambiador de placas en contracorriente y uno de tubos y coraza flujo laminar</li> <li>•Reporte escrito sobre Intercambiador de placas en paralelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito que debe contener los datos reales y tablas de la práctica, y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Reporte escrito que debe contener tabla de resultados y cálculos detallados y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Reporte escrito que debe contener cálculos detallados de la obtención del coeficiente global y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Reporte escrito que debe contener tabla de resultados y cálculos detallados; y ser entregado en tiempo y forma</li> <li>•Reporte escrito que debe contener la tabla de la práctica y cuestionario adicional; y ser entregado en tiempo y forma</li> </ul>
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Modelos de intercambiadores de carcasa y tubos, y las principales partes que lo componen.</li> <li>•Números adimensionales de Nusselt, Reynolds y Prandtl.</li> <li>•Coeficientes individuales y globales de transferencia de calor.</li> </ul>	

Unidad de Competencia 4	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Analizar los coeficientes globales de transferencia de calor en evaporadores de múltiple etapa para procesos de concentración de productos de interés comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realizar balances de materia y energía a un evaporador de película descendente, de acuerdo a la literatura disponible para la determinación del flujo de producto mediante ecuaciones preestablecidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Balance de masa y entalpía para sustancias involucradas en proceso de evaporación de un efecto.</li> <li>-Capacidad y economía de evaporadores de película descendente.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Determinar el incremento útil de temperatura en un evaporador, dadas las concentraciones iniciales y finales del producto a concentrar, para la determinación de las pérdidas de calor en el equipo.</li> <li>•Determinar el calor transferido en un efecto, con base a las condiciones de presión y temperatura del fluido en calentamiento, para el cálculo de la eficiencia del evaporador.</li> </ul>	-Balance de masa y entalpía para sustancias involucradas en el proceso de evaporación de múltiple efecto.
--	---	---

**Crterios de Evaluación**

	<b>Evidencias</b>	<b>Crterios</b>
<b>D e s e m p e ñ o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realiza la practica 13: "Operación de un evaporador de película".</li> <li>•Realiza la practica 14: "Presentación final".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar las prácticas 13 y 14 siguiendo el procedimiento descrito en el manual hasta llegar al resultado. Adicionalmente deberá presentar la homogenización de sistema de unidades utilizando factores de conversión necesarios para la resolución de problemas descritos en cada práctica, describiendo el procedimiento de los cálculos de manera detallada</li> </ul>
<b>P r o d u c t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito sobre la determinación práctica del coeficiente global de transferencia de calor y la eficiencia del evaporador del LV900.</li> <li>•Cartel de un tema relacionado con las prácticas realizadas durante el semestre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reporte escrito que debe contener los cálculos detallados para la determinación del coeficiente global y la eficiencia y además del cuestionario de la práctica; y ser entregado en tiempo y forma.</li> <li>•El cartel debe ser claro y conciso además de ser entregado en tiempo y forma.</li> </ul>
<b>C o n o c i m i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Evaporadores de efecto simple y múltiple.</li> </ul>	

**Evaluación del curso**

<b>Criterio</b>	<b>Ponderación</b>
Unidad de competencia 1	30%
Unidad de competencia 2	20%
Unidad de competencia 3	30%
Unidad de competencia 4	20%
	100% (Cumpliendo total de criterios)

**Bibliografía Básica**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
Treybal R.	Operaciones de Transferencia de masa	2	McGrawHill	978-968-6046-34-8
Bird, R. B., Stewart W., Lightfoot E.	Fenómenos de Transporte	2	Limusa-Wiley	978-968-1863-65-4
Geankoplis C. J.	Procesos de transporte y operaciones unitarias	3	CECSA	978-968-2613-16-6

**Bibliografía de Consulta**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
1. Severns W.H.	Energía mediante vapor, aire o gas	5	REVERTE	
2. Kurt. C. Rolle	Termodinámica	6	PEARSON	

**Bibliografía de Bases de Datos Electronicas**

<b>Autor</b>	<b>Título del artículo</b>	<b>Año de publicación</b>	<b>Editorial</b>
Warren L. McCabe, Julian C. Smith, and Peter Harriot	Operaciones unitarias en ingeniería química (7a. ed.)	2007	McGraw-Hill Interamericana
<b>URL:</b> <a href="https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioitsonsp/detail.action?docID=3215309&amp;query=operaciones+unitarias">https://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioitsonsp/detail.action?docID=3215309&amp;query=operaciones+unitarias</a>			