



**ITSON**  
Educar para  
Trascender

<b>NOMBRE DEL CURSO:</b> OPERACIONES DE SEPARACIONES CON LABORATORIO
<b>CLAVE/ID CURSO:</b> 1185G / 006354
<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> Cirilo Andrés Duarte Ruiz, Jorge Saldívar Cabrales, Germán Eduardo Dévora Isiordia

**REQUISITOS:** Requisito de Operaciones de Separaciones con Laboratorio: Fenómenos de Transporte de Masa

**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:** Marzo de 2019

<b>Competencia a la que contribuye el curso:</b> •Diseñar procesos de transformación de la materia y energía, apoyándose en conocimientos de matemáticas, física y química integrados en operaciones unitarias y sistemas de reacción que mantengan la rentabilidad y sustentabilidad del proceso, atendiendo la visión y misión de la empresa. •Generar estrategias de prevención y solución de problemas que garanticen la sustentabilidad de los procesos de transformación de la materia y energía con el objeto de minimizar los riesgos e impactos en el 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 profesionales en diversos contextos a través del análisis de los diversos factores que los impactan, con ayuda de herramientas, técnicas y los principios de la filosofía Lean para coadyuvar a su bienestar personal y en el de su comunidad de manera ética y eficaz.	<b>Nivel de Dominio</b> Intermedio

**Descripción general del curso:** Este curso se ofrece en el séptimo semestre de la carrera de Ingeniero Químico, dentro del bloque Ingeniería Aplicada. Se compone de cuatro unidades de competencia, en las cuales el estudiante aprenderá a desarrollar la capacidad para diseñar, seleccionar y/o dimensionar equipos de procesos industriales, que fundamentan su operación en los principios de balance de materia y energía y en 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
Diseñar los equipos de los procesos de enfriamiento de un líquido, humidificación y deshumidificación de un gas en condiciones de estado estable, empleando las condiciones de equilibrio entre fases líquida y gaseosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar la variación de la presión de vapor con la temperatura, para la definición del estado físico de una sustancia.</li> <li>•Obtener los valores termodinámicos necesarios para realizar los cálculos en torres de enfriamiento, por medio de la carta psicrométrica.</li> <li>•Estructurar el diseño de una torre de enfriamiento de agua, de acuerdo con las condiciones de equilibrio gas-líquido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Equilibrio vapor-líquido y entalpía de sustancias puras.</li> <li>•Mezclas de vapor-gas.</li> <li>•Operaciones gas-líquido               <ul style="list-style-type: none"> <li>oEnfriamiento de un líquido.</li> <li>oEnfriamiento de un gas caliente.</li> <li>oHumidificación de un gas.</li> <li>oDeshumidificación de un gas.</li> </ul> </li> <li>•Operaciones adiabáticas.               <ul style="list-style-type: none"> <li>oRelaciones fundamentales.</li> <li>oEnfriamiento de agua con aire.</li> </ul> </li> <li>•Operación no adiabática; enfriamiento por evaporación.</li> </ul>

#### Criterios de Evaluación

	Evidencias	Criterios
<b>D e s e m p e ñ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Resolución de ejercicios en los cuales emplee las cartas de humedad para la definición de las propiedades de una mezcla húmeda vapor-gas.</li> <li>•Exposición en la cual se explique el procedimiento para la determinación de la altura de una torre de enfriamiento de un líquido.</li> <li>•Resolución de ejercicios, empleando hoja de cálculo, en los cuales se determinen las condiciones de operación de un equipo para deshumidificar un gas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•La explicación de la solución de problemas ser clara y entendible para el grupo. Se deberá llegar al resultado correcto.</li> <li>•La exposición debe ser clara y concisa basada en la metodología correcta, apoyándose de distintas fuentes bibliográficas.</li> <li>•La explicación de la solución de problemas se hará de forma gráfica usando el pintarrón y el proyector. Debe llegarse al resultado correcto, ser clara y entendible para el grupo.</li> </ul>

<b>o</b> <b>s</b>		
<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>•Ensayo que muestre la diferencia entre humidificación y deshumidificación, aplicando el concepto de humedad y haciendo uso de la carta de humedad.</li> <li>•Ejercicios resueltos relacionados con mezclas vapor-gas, vapor-gas saturado y vapor-gas no saturado.</li> <li>•Exposición en equipo sobre los diferentes tipos de torres de enfriamiento de agua, los materiales de construcción empleados y las diversas aplicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El ensayo será en formato libre, indicando de forma clara los procedimientos de cálculo para humidificación y deshumidificación, sus semejanzas y diferencias.</li> <li>•Los ejercicios deberán ser entregados sin retraso.</li> <li>•El documento sobre la exposición debe cumplir los siguientes criterios: Portada, Índice, Introducción (incluir los antecedentes y el objetivo de la investigación), desarrollo del trabajo, conclusiones, bibliografía y anexos. Se reflejará la capacidad para trabajar en equipo.</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>•Aplicación de la carta de humedad para definir mezclas húmedas.</li> <li>•Comportamiento del proceso adiabático de una mezcla húmeda.</li> <li>•Aplicación del coeficiente de transferencia de masa en el proceso de humidificación de un gas.</li> <li>•Determinación del balance de masa en una torre de enfriamiento de un líquido.</li> <li>•Concepto de línea de operación y su relación con la curva de equilibrio en los procesos gas-líquido.</li> <li>•Concepto de número de unidades de transferencia en un proceso de humidificación y deshumidificación de un gas.</li> </ul>	

Unidad de Competencia 2	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Diseñar los equipos para los procesos de secado por lotes y continuo de contacto directo, empleando las curvas de rapidez de secado de un material húmedo y las condiciones del gas de secado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar el balance de materia y energía en un secador por lotes y continuo mediante la utilización de las humedades base seca del sólido, las propiedades psicrométricas del gas y los flujos máxicos de las dos fases.</li> <li>•Elaborar la Curva de rapidez de secado a partir de los resultados de experimentación del cambio de humedad con respecto al tiempo.</li> <li>•Determinar el tiempo de secado de un material húmedo con base en la rapidez de secado constante y las humedades de equilibrio y crítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de secadores</li> <li>•Tipos de humedad en sólidos. <ul style="list-style-type: none"> <li>oBase seca y húmeda.</li> <li>oHumedad de equilibrio.</li> <li>oHumedad libre.</li> <li>oHumedad ligada y no ligada.</li> </ul> </li> <li>•Características del gas de secado.</li> <li>•Curva de rapidez de secado</li> <li>•Secado por lotes</li> <li>•Secado continuo</li> <li>•Balance de masa y energía</li> <li>•Tiempo de secado para la humedad ligada y no ligada.</li> <li>•Equipo de secado.</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>•Resolución de ejercicios de elaboración de la curva de rapidez de secado de un material húmedo.</li> <li>•Resolución de ejercicios en los cuales se determine el tiempo de secado, de un material húmedo, en secadores por lotes y continuos,</li> <li>•Exposición del funcionamiento de los diferentes tipos de secadores, en función del tipo de flujo de las fases sólida y gaseosa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Los ejercicios serán resueltos por medio de hojas de cálculo, usando datos experimentales, hasta graficar la curva de rapidez de secado.</li> <li>•Los ejercicios se resolverán de forma gráfica y numérica, siguiendo las metodologías adecuadas para el cálculo del tiempo de secado, empleando las humedades críticas y de equilibrio y considerando las zonas de secado a rapidez constante y decreciente.</li> <li>•La exposición debe ser clara y concisa basada en la metodología correcta, apoyándose de distintas fuentes bibliográficas.</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 de cálculo para el secado de alimentos (Manzana, platano, pera, etc.).</li> <li>•Mapa conceptual que ilustre el procedimiento de diseño de un secador por lotes.</li> <li>•Ejercicios para el cálculo del tiempo de secado transversal en sólidos granulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El reporte deberá incluir las condiciones de operación de un secador de charolas, los balances de materia y energía de un secador; tomando en cuenta las condiciones psicrométricas del gas de secado y las humedades críticas y de equilibrio, así como el tiempo de secado del sólido húmedo.</li> <li>•El mapa deberá cumplir los siguientes criterios: Portada, Índice, Introducción (incluir los antecedentes y el objetivo de la investigación), desarrollo del trabajo, conclusiones, bibliografía y anexos. Se reflejará la capacidad para trabajar en equipo.</li> <li>•El documento con los ejercicios resueltos debe cumplir con los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>oQue se refleje la aplicación de los conceptos de nomenclatura y reacciones de compuestos aromáticos-alifáticos.</li> <li>oEntrega completa en tiempo y forma</li> </ul> </li> </ul>
<b>C</b> <b>o</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Determinación del balance de masa y energía en un secador.</li> <li>•Conceptos de humedad base seca y base húmeda.</li> </ul>	

<b>n o c i m i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Conceptos de humedad ligada y humedad no ligada.</li> <li>•Aplicación de simulador para el funcionamiento de secadores por lotes y continuo.</li> <li>•Elaboración de una curva de rapidez de secado para un sólido húmedo.</li> </ul>
--	--

<b>Unidad de Competencia 3</b>	<b>Elementos de Competencia</b>	<b>Requerimientos de Información</b>
Determinar los elementos que componen los procesos de destilación diferencial e instantánea de una mezcla de dos sustancias, mediante la utilización de los datos de equilibrio en fase líquido-vapor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Explicar el concepto de la entalpía de una mezcla binaria en fase líquida y vapor a partir de las capacidades caloríficas y calor latente de evaporación.</li> <li>•Elaborar el diagrama de entalpía concentración para un sistema binario, en función del componente más volátil y las diferentes condiciones del estado físico de la mezcla.</li> <li>•Construir las curvas de equilibrio líquido-vapor de un sistema binario a partir de datos experimentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de destilación.               <ul style="list-style-type: none"> <li>oDestilación simple.</li> <li>oDestilación diferencial</li> <li>oDestilación fraccionada</li> </ul> </li> <li>•Equilibrio vapor-líquido.</li> <li>•Diagrama entalpía concentración.</li> <li>•Operación de una sola etapa por evaporación instantánea.</li> <li>•Condensación parcial.</li> <li>•Destilación diferencial o simple.</li> <li>•Ecuación de Rayleigh.</li> <li>•Condensación diferencial.</li> </ul>

#### Criterios de Evaluación

	<b>Evidencias</b>	<b>Criterios</b>
<b>D e s e m p e ñ o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Resolución de ejercicios en los cuales se determinen los flujos y composición del destilado y el residuo en un proceso de destilación instantánea de una sola etapa.</li> <li>•Resolución de ejercicios para la determinación de las concentraciones final del destilado y residuo de una destilación diferencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Los ejercicios serán resueltos correctamente empleando el diagrama de entalpía-concentración y el diagrama de equilibrio líquido vapor de dos sustancias.</li> <li>•Los ejercicios serán resueltos correctamente en hoja de cálculo electrónica de acuerdo a los datos de equilibrio.</li> </ul>
<b>P r o d u c t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diagrama de entalpía-concentración para un sistema binario.</li> <li>•Reportes del balance de masa y energía de los procesos de destilación diferencial e instantánea.</li> <li>•Reporte del cálculo de los flujos y concentraciones de las corrientes de alimentación y productos de los procesos de destilación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El diagrama se realizará correctamente en una hoja de cálculo y entregado en tiempo y forma.</li> <li>•Los reportes deberán incluir las condiciones de operación de un sistema de destilación industrial, incluyendo los balances de masa y energía, concentraciones de tolas corrientes y el cálculo de las dimensiones de la columna.</li> </ul>
<b>C o n o c i m i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Entalpía de una mezcla de dos componentes en fase líquida y vapor.</li> <li>•Elaboración del diagrama de entalpía concentración.</li> <li>•Tipos de diagrama de equilibrio vapor líquido.</li> <li>•Procedimiento para determinar las concentraciones en equilibrio de un proceso de destilación instantánea.</li> <li>•Procedimiento para determinar las concentraciones del residuo y el destilado de un proceso de destilación deferencial.</li> </ul>	

<b>Unidad de Competencia 4</b>	<b>Elementos de Competencia</b>	<b>Requerimientos de Información</b>
Determinar los elementos que componen los procesos de adsorción física líquido-sólido en procesos por lotes y continuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar el balance de materia y energía en un equipo de adsorción por lotes y continuo mediante la utilización de las fracciones molares o máscas, a la entrada y salida del equipo y los flujos máscos de las dos fases.</li> <li>•Elaborar la Curva de rapidez de secado a partir de los resultados de experimentación del cambio de humedad con respecto al tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Equilibrios de adsorción.</li> <li>•Adsorción de un componente.</li> <li>•Adsorción del soluto a partir de soluciones diluidas y concentradas.               <ul style="list-style-type: none"> <li>oLa ecuación de Freundlich.</li> </ul> </li> <li>•Operaciones de adsorción</li> </ul>

- Determinar el tiempo de secado de un material húmedo con base en la rapidez de secado constante y las humedades de equilibrio y crítica.

**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>•Resolución de ejercicios de determinación de la relación sólido-líquido, potencia del agitador, tiempo de contacto y dimensiones del tanque a emplearse en sistemas de adsorción.</li> <li>•Exposición del funcionamiento de los sistemas de adsorción en función de las fases sólida y gaseosa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Los ejercicios se resolverán de forma gráfica y numérica, señalando las ecuaciones y figuras empleadas.</li> <li>•La exposición debe ser clara y concisa basada en la metodología correcta, apoyándose de distintas fuentes bibliográficas.</li> </ul>
<b>P r o d u c t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ejercicios resueltos relacionados con mezclas vapor-gas, vapor-gas saturado y vapor-gas no saturado.</li> <li>•Exposición en equipo sobre los diferentes tipos de sistemas de adsorción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El documento con los ejercicios resueltos debe cumplir con los siguientes aspectos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>oQue se refleje la aplicación de los conceptos de nomenclatura y reacciones de compuestos aromáticos-alifáticos.</li> <li>oEntrega completa en tiempo y forma.</li> </ul> </li> <li>•El documento sobre la exposición debe cumplir los siguientes criterios: Portada, índice, introducción, desarrollo del trabajo, conclusiones, bibliografía y anexos. Que indique los materiales de construcción empleados. Se reflejará la capacidad para trabajar en equipo.</li> </ul>
<b>C o n o c i m i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Equilibrios de adsorción</li> <li>•Histéresis.</li> <li>•Adsorción de un componente.</li> <li>•Operaciones de adsorción por etapas y de contacto continuo.</li> </ul>	

**Evaluación del curso**

<b>Criterio</b>	<b>Ponderación</b>
Unidad de competencia 1	25%
Unidad de competencia 2	25%
Unidad de competencia 3	25%
Unidad de competencia 4	25%
	100% (Cumpliendo total de criterios)

**Bibliografía Básica**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
Cengel Y. A., Ghajar A. J.	Transferencia de calor y masa	4	McGrawHill	978-0-07-339812-9
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
Treybal R.	Operaciones de Transferencia de masa	2	McGrawHill	978-968-6046-34-8

**Bibliografía de Consulta**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
Perry R. H, Green D.W.	Perry 's Chemical Engineers ' Handbook	8	McGrawHill	978-007-142294-9
Theodore L., Ricci F.	Mass Transfer Operations for the Practicing Engineer	1	WILEY	978-047-057758-5

**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>			