



<b>NOMBRE DEL CURSO:</b> FENÓMENOS DE TRANSPORTE DE MASA
<b>CLAVE/ID CURSO:</b> 1104G / 006068
<b>DEPARTAMENTO:</b> DPTO CS. AGUA Y MEDIO AMBIENTE
<b>BLOQUE/ACADEMIA A LA QUE PERTENECE:</b> FENÓMENOS DE TRANSPORTE
<b>INTEGRANTES DEL COMITE DE DISEÑO:</b> Cirilo Andrés Duarte Ruiz, Gustavo Adolfo Fimbres Weihs, Jesús Álvarez Sánchez, Germán Eduardo Dévora Isiordia, Jorge Saldívar Cabrales, Nidia Josefina Rios Vázquez, Ma. Araceli Correa Murrieta, Maria del Rosario Martínez Macías, Reyna Guadalupe Sánchez Duarte, Edna Rosalba Meza Escalante, Denisse Serrano Palacios.

**REQUISITOS:** Requisito de 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):** IQ

**PLAN:** 2016

**FECHA DE ELABORACIÓN:** Octubre 2018

<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. USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN: Aplica las tecnologías de la información y la comunicación con base en el tipo de problema y en las posibles alternativas de solución, tanto de la vida cotidiana como 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.	<b>Nivel de Dominio</b> Intermedio

**Descripción general del curso:** Este curso pertenece al quinto semestre, del bloque de Ciencias de la Ingeniería y se compone de cuatro unidades de competencia, en el cual el estudiante aprenderá los principios básicos de Transferencia de Masa, para diseñar procesos de transformación de la materia y energía, entre otras aplicaciones para sistemas unidimensionales. Para lo cual se requiere como prerrequisitos previos conocimientos de cálculo diferencial e integral, así como principios básicos de transferencia de momentum y calor.

Unidad de Competencia 1	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Identificar los principios de transferencia de masa en estado estacionario a partir de los gradientes de concentración establecidos en una fase.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la ley de Fick que rige la difusión molecular a partir de la diferencia de concentraciones entre fases.</li> <li>Identificar las expresiones para la Determinación del coeficiente de Difusión ó Difusividad en gases, líquidos y sólidos.</li> <li>Desarrollar la expresión para el flux de transferencia de masa en función de la difusión molecular y convectiva.</li> <li>Calcular el flux de masa para diferentes situaciones de flujo en fase gaseosa y fase líquida.</li> <li>Relacionar los aspectos básicos de difusión de acuerdo a su aplicación en fases gaseosas y líquidas.</li> <li>Investigar aplicaciones de coeficientes de difusión y flux de masa a situaciones reales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difusión molecular y difusión por convección.</li> <li>Difusión molecular en estado estacionario en fluidos sin movimiento y en flujo laminar.</li> <li>En gases</li> <li>Un gas que se difunde en un gas no difundente.</li> <li>Contradifusión equimolar.</li> <li>Difusión de mezclas multicomponentes.</li> <li>Cálculo de difusividad en líquidos y geles biológicos.</li> <li>Difusión molecular en sólidos.</li> </ul>
Criterios de Evaluación		
Evidencias	Criterios	
D	• Exposición del procedimiento para determinar el flux de	• La exposición oral considerará la evaluación de habilidades

<b>e s e m p e ñ o s</b>	<p>masa de un componente en una mezcla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición el procedimiento para calcular la difusividad de una sustancia líquida o gaseosa en una mezcla.</li> </ul>	<p>del lenguaje verbal y no verbal al interactuar con la audiencia, el uso original de ayudas visuales, y el contenido técnico sobre la determinación de flux de masa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La exposición oral considerará la evaluación de habilidades del lenguaje verbal y no verbal al interactuar con la audiencia, el uso original de ayudas visuales, y el contenido técnico del procedimiento que se utiliza para el cálculo de difusividad de una sustancia o mezcla.</li> </ul>
<b>P r o d u c t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resuelve ejercicios en clase, y de asignación, relacionados con el cálculo de coeficientes de difusión y fluxes.</li> <li>Reporte de investigación que describa las características principales de la difusividad experimental de una sustancia y/o importancia del flux de masa en aplicaciones industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los problemas establecidos por el maestro contendrán las ecuaciones definidas de cálculo de coeficientes de difusión y fluxes.</li> <li>El reporte describirá las características principales de la difusión así mismo como la importancia de flux de masa en aplicaciones industriales además la redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y estado de referencias.</li> </ul>
<b>C o n o c i m i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difusión molecular</li> <li>El flux de transferencia de masa.</li> <li>La difusividad de una sustancia.</li> </ul>	

<b>Unidad de Competencia 2</b>	<b>Elementos de Competencia</b>	<b>Requerimientos de Información</b>
Identificar las diferentes formas de los coeficientes de transferencia de masa con base en la curva de equilibrio y la línea de operación de un proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la influencia de cada uno de los elementos que componen el coeficiente de fase en el comportamiento de un proceso de transferencia de masa.</li> <li>Diferenciar los grupos adimensionales utilizados en el diseño de equipo para transferencia de masa.</li> <li>Definir el concepto de curva de equilibrio entre fases y sus potenciales aplicaciones en el diseño de equipo de transferencia de masa.</li> <li>Comparar los diferentes grados de influencia, de los elementos que componen el coeficiente de transferencia global, en los procesos de transformación de la materia.</li> <li>Explicar el principio de resistencia en un proceso de transferencia de masa.</li> <li>Construir curvas de equilibrio para sistemas binarios, tomando en cuenta las variaciones de temperatura y presión.</li> <li>Determinar la resistencia a la transferencia de masa utilizando coeficientes globales e individuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equilibrio entre fases.</li> <li>Línea de operación.</li> <li>Coefficientes individuales o de fase de transferencia de masa.</li> <li>Grupos adimensionales para transferencia de masa.</li> <li>Difusión entre fases.</li> <li>Coefficientes globales de transferencia de masa.</li> <li>Resistencia a la transferencia de masa.</li> <li>Aplicaciones de transferencia de masa utilizando coeficientes individuales y globales</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>Exposición de las diferentes formas que toman los coeficientes de transferencia de masa en función de la presión o concentración para las fases líquida y gaseosa.</li> <li>Participar en un foro de discusión sobre las analogías entre los diferentes grupos adimensionales de transferencia de masa y de calor.</li> <li>Exposición de la relación entre los coeficientes de transferencia de masa individual y global, así como el concepto de resistencia a la transferencia de masa en función de los coeficientes de transferencia de masa.</li> <li>Elaboración en clase y en equipo, de la curva de equilibrio y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La exposición oral considerará la evaluación de habilidades del lenguaje verbal y no verbal al interactuar con la audiencia, el uso original de ayudas visuales, y contenido técnico completa los coeficientes de transferencia de masa</li> <li>La opinión en foro: Reporta la descripción de analogías adimensionales de transferencia de masa y de calor.</li> <li>La exposición oral considerará la evaluación de habilidades del lenguaje verbal y no verbal al interactuar con la audiencia, el uso original de ayudas visuales, y contenido técnico sobre los coeficientes de transferencia de masa</li> </ul>

	la línea de operación de una operación unitaria, tomando en cuenta la información que suministra el maestro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar el trabajo con la hoja de cálculo de Microsoft Excel™ en presencia del maestro.</li> </ul>
<b>P r o d u c t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reporte bibliográfico sobre aplicaciones de transferencia de masa.</li> <li>Reporte sobre la determinación del coeficiente de transferencia de masa en un caso práctico.</li> <li>Solución de problemas que involucren la relación entre coeficientes de fase y coeficientes globales de transferencia de masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El reporte tratará sobre las aplicaciones de la transferencia de masa; tendrá una redacción clara, excelente ortografía, incluyendo conclusiones y referencias.</li> <li>El reporte del caso práctico de la determinación de transferencia de masa además la redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y estado de referencias.</li> <li>Los problemas establecidos por el maestro contendrán las ecuaciones que relacionen el coeficiente de fase y coeficientes globales de transferencia de masa.</li> </ul>
<b>C o n o c i m i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coefficientes de transferencia de masa.</li> <li>Curva de equilibrio.</li> <li>Resistencias.</li> </ul>	

Unidad de Competencia 3	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Desarrollar el balance de materia y el número de etapas ideales para una operación unitaria, mediante los flujos másico y molares de las fases en proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciar los tipos de procesos en función de los flujos de fase.</li> <li>Analizar el concepto de etapa ideal tomando en cuenta las fases que intervienen en un proceso de transporte de masa.</li> <li>Aplicar el procedimiento para la determinación del número de etapas de una operación unitaria.</li> <li>Diferenciar las ventajas y desventajas de los distintos tipos de proceso en una operación unitaria.</li> <li>Establecer el balance de masa en un proceso en estado estacionario.</li> <li>Determinar el No. de etapas de una operación unitaria utilizando la línea de operación y la curva de equilibrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance de masa para:</li> <li>Procesos a corriente paralela en estado estacionario.</li> <li>Procesos a contracorriente en estado estacionario.</li> <li>Definición de una etapa ideal, cálculo del Número de etapas.</li> <li>Procesos por lotes.</li> <li>Cascadas a flujo cruzado.</li> <li>Proceso a contracorriente.</li> </ul>

#### Criterios de Evaluación

	Evidencias	Criterios
<b>D e s e m p e ñ o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación en equipo para la solución de problemas, en clase, que definan el tipo de flujo de proceso de transporte de masa.</li> <li>Participar en el debate en foro sobre el balance de materia en una operación unitaria.</li> <li>Exposición que muestre el empleo de la curva de equilibrio y la línea de operación para determinar el número de etapas a diferentes tipos de flujo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborado los problemas establecidos por el maestro que contenga ecuaciones definidas</li> <li>La opinión en foro: Comentar la descripción de las operaciones unitarias y su balance de materia además la redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y estado de referencias.</li> <li>La exposición oral considerará la evaluación de habilidades del lenguaje verbal y no verbal al interactuar con la audiencia, el uso original de ayudas visuales, y contenido técnico sobre cómo se elaboró la curva de equilibrio y la determinación del número de etapas dependiente del tipo de flujo.</li> </ul>
<b>P r o d u c t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de problemas propuestos sobre el cálculo de etapas requeridas en una operación unitaria de transferencia de masa.</li> <li>Reporte sobre el balance de masa en una operación unitaria.</li> <li>Ensayo en equipo sobre la diferencia entre etapa real y etapa ideal de una operación unitaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los problemas para el cálculo del número de etapas requeridas serán resueltos de manera gráfica, usando regla y lápiz.</li> <li>El reporte incluirá un ejemplo de aplicación del balance de materia en la industria local.</li> <li>El ensayo será elaborado en formato libre y entregado digitalmente.</li> </ul>
<b>C o n o c i e n t o s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los conceptos de balance de masa en una operación unitaria.</li> <li>Etapas ideales.</li> <li>Número de etapas ideales en una operación unitaria.</li> </ul>	

i  
m  
e  
n  
t  
o  
s

Unidad de Competencia 4	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Identificar el funcionamiento y los elementos de diseño para la dimensión de una torre empacada para operaciones de transferencia de masa gas-líquido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciar las características de los diferentes tipos de empaque utilizados en operaciones de transferencia de masa en flujo gas-líquido.</li> <li>• Calcular la superficie transversal de una torre empacada en función de los flujos de fases líquida y gaseosa, así como, la caída de presión en la torre.</li> <li>• Determinar la altura de una torre empacada en función del número de etapas.</li> <li>• Determinar la superficie de contacto en una torre empacada para operaciones de transferencia de masa en flujo gas-líquido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de empaque.</li> <li>• Superficie transversal de una torre empacada.</li> <li>• Altura de una torre empacada para contacto gas-líquido.</li> <li>• Características de flujo en la torre empacada.</li> <li>• Superficie transversal de una torre.</li> </ul>
Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponer los diferentes tipos de empaque disponibles, así como sus características.</li> <li>• Participar en la discusión sobre el cálculo de la altura de una torre empacada en función de las características de flujo, concentración y flujo másico; así como, el número de unidades de transferencia y altura de cada unidad de transferencia.</li> <li>• Solución frente a grupo de problemas relacionados con la determinación de la superficie transversal al flujo de las fases líquido-gas de una torre empacada en función de las características del empaque, de los fluidos en contacto y la diferencia de presiones en la longitud de la torre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La exposición debe ser clara y concisa basada en los distintos tipos de empaque y sus características, apoyándose de distintas fuentes bibliográficas</li> <li>• La participación debe ser de todo el grupo, para obtener el resultado correcto con respecto a la altura, el número de unidades de transferencia y altura de cada unidad de transferencia de una torre empacada en función de las características de flujo, concentración y flujo másico. Se deberán respetar y tomar en cuenta las opiniones de todo el grupo.</li> <li>• La explicación de la solución de problemas ser clara y entendible para el grupo. Se deberá llegar al resultado correcto.</li> </ul>
P r o d u c t o s	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte bibliográfico sobre aplicaciones de torres empacadas a diferentes procesos de transferencia de masa.</li> <li>• Ensayo en equipo sobre la determinación de la altura y superficie transversal de una torre de enfriamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte sobre aplicaciones de torres empacadas a diferentes procesos de transferencia de masa, además la redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y referencias.</li> <li>• Ensayo en equipo que contenga la determinación de la altura y superficie transversal de una torre de enfriamiento, además la redacción clara, excelente ortografía, conclusiones y estado de referencia; se es necesario la participación de todo el equipo.</li> </ul>
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de empaque de torres para transferencia de masa entre fases gaseosa y líquida.</li> <li>• Las funciones que desempeña un empaque en una torre.</li> <li>• Altura y superficie transversal de una torre empacada.</li> </ul>	

Evaluación del curso	
Criterio	Ponderación
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)

<b>Bibliografía Básica</b>				
<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

<b>Bibliografía de Consulta</b>				
<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