

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO									
NOMBRE DE LA ENTIDAD:		CAMPUS LEÓN, DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍAS							
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Licenciatura en Ingeniería Química							
NOMBRE DE LA MATERIA:		Transferencia de masa					CLAVE:		GITM-06
FECHA DE ELABORACIÓN:							HORAS/SEMANA/SEMESTRE		
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:									
ELABORÓ:		José Jorge Delgado García							
PRERREQUISITOS:						TEORÍA:		3	
CURSADA Y APROBADA:		Ninguno				PRÁCTICA:		2	
CURSADA:		Ninguno				CRÉDITOS:		8	
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA									
POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO:		DISCIPLINARIA	X	FORMATIVA		METODOLÓGICA			
POR LA DIMENSIÓN DEL CONOCIMIENTO:		ÁREA BÁSICA		ÁREA GENERAL	X	ÁREA PROFESIONAL			
POR LA MODALIDAD DE ABORDAR EL CONOCIMIENTO:		CURSO	X	TALLER		LABORATORIO		SEMINARIO	
POR EL CARÁCTER DE LA MATERIA:		OBLIGATORIA	X	RECURSABLE		OPTATIVA		SELECTIVA	
ES PARTE DE UN TRONCO COMÚN O MATERIAS COMUNES:		SÍ		NO	X				
COMPETENCIA (S) GENERAL(ES) DE LA MATERIA:									
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer los principios físicos que rigen la transferencia de masa a nivel molecular y macroscópico, así como las variables que afectan esta transferencia.</li> <li>2. Desarrollar la capacidad de analizar y resolver problemas que involucren transferencia de masa.</li> <li>3. Utilizar herramientas matemáticas para modelar procesos de transferencia de masa.</li> <li>4. Identificación de los diferentes procesos de transferencia de masa en la industria; su uso, control y diseño.</li> </ol>									
CONTRIBUCIÓN DE LA MATERIA AL LOGRO DEL PERFIL POR COMPETENCIAS.									
<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Aplicar herramientas de planificación y optimización.</li> <li>14. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, químicos y fisicoquímicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.</li> <li>15. Aplicar el conocimiento teórico de la Física, Química y Físicoquímica en la realización de proyectos de ingeniería.</li> <li>20. Capacidad de aplicar conocimientos de química, física y matemáticas a la concepción, diseño, implementación, operación, evaluación y control de sistemas, componentes o procesos químicos, conducción de experimentos, análisis e interpretación de datos referidos a la Ingeniería Química o a una o más de sus áreas tecnológicas específicas: Fenómenos de Transporte, Cinética, Reactores, Dinámica de procesos, Transferencia de Calor y de Masa y Diseño de materiales.</li> </ol>									

**PRESENTACIÓN DE LA MATERIA**

La transferencia de masa es una de las operaciones más comunes en la industria química y uno de los pilares en la formación del ingeniero químico. Su comprensión en el conjunto común de operaciones de la industria provee al ingeniero con los conocimientos necesarios para desarrollar proyectos a nivel industrial y en el campo de la investigación. En este curso, se empieza por estudiar los principios físicos de la transferencia de masa a nivel microscópico y cómo se incluyen las reacciones químicas en ese marco (la ecuación de reacción-difusión). Posteriormente, se estudia la transferencia de masa a nivel macroscópico, mencionándose las analogías entre dicha transferencia y los procesos de transferencia de energía y momentum. A continuación se revisa la transferencia de masa entre diferentes fases para terminar con procesos de transferencia comunes en la industria como la lixiviación.

**RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Por ser una materia central en la formación del ingeniero químico, esta materia se relaciona con muchas otras del plan, tanto básicas como aquellas en las que el ingeniero puede aplicar lo que aprende sobre transferencia de masa. Las materias más importantes son:

- Balances de materia y energía.
- Laboratorio de fenómenos de transporte.
- Procesos de separación.
- Diseño de procesos.
- Dinámica de fluidos.
- Termodinámica.

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	1. Transferencia de masa a nivel molecular.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	20 horas.
--	---	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de la ecuación de difusión y de los coeficientes de transferencia de masa para resolver problemas.</li> <li>• Comprensión de procesos de transferencia de masa a través de una membrana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difusión molecular en fluidos: segunda ley de Fick y coeficiente de difusión.</li> <li>• Coeficientes de transferencia de masa.</li> <li>• Difusión en sólidos: capilaridad.</li> <li>• Transferencia de masa en una interfase.</li> <li>• Ecuación de reacción-difusión.</li> </ul>	<p>1. El alumno será capaz de resolver problemas que involucren transporte y difusión molecular en medios homogéneos.</p> <p>2. El alumno conocerá la diferencia entre transporte en un medio homogéneo y a través de una membrana, siendo capaz de calcular</p>	Se espera que el alumno haga un esfuerzo por comprender los principios moleculares que rigen la transferencia de masa,	Discusión en clase.	Tarea. Examen.

		tiempos de transporte. 3. El alumno usará la ecuación de reacción-difusión para calcular frentes de reacción.	utilizando las matemáticas como herramienta.		
--	--	--	--	--	--

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	<b>2. Flujo de masa.</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	20 horas.
--	--------------------------	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento y uso de las ecuaciones que describen el transporte de masa a nivel macroscópico y resolución de problemas que ilustren su uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balances de masa.</li> <li>Transporte de masa por convección: similitud con los transportes de momentum y energía.</li> <li>Ecuación de continuidad.</li> <li>Transporte de masa simultáneo por convección y difusión: estados estacionario y no estacionario.</li> <li>Transporte de masa en flujo turbulento: expresiones semiempíricas.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>El alumno será capaz de resolver problemas que involucren transporte por convección en medios homogéneos.</li> <li>El alumno será capaz de calcular diferentes rendimientos de transferencia de masa de acuerdo con la situación particular en la que se presenta, utilizando las ecuaciones estudiadas.</li> </ol>	Se espera que el alumno haga un esfuerzo por comprender los principios que rigen la transferencia de masa a nivel macroscópico, utilizando las matemáticas como herramienta	Discusión en clase.	Tarea. Examen.

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	<b>3. Operaciones de transferencia de masa con una fase líquida.</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	20 horas.
--	--	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de los principios de extracción y destilación.</li> <li>• Resolución de problemas que involucran la separación de un componente de una mezcla líquida.</li> <li>• Conocimiento del equipo industrial utilizado para la realización de estas operaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrio líquido-vapor y vapor-gas: presión de vapor y mezclas saturadas y no-saturadas.</li> <li>• Medición de la humedad y temperatura de bulbo húmedo.</li> <li>• Ley de Henry.</li> <li>• Ley de Raoult y mezclas azeotrópicas.</li> <li>• Destilaciones simple y diferencial.</li> <li>• Rectificación de mezclas azeotrópicas.</li> <li>• Adsorción física y quimisorción: isotermas de BET y Freundlich.</li> <li>• Equipo industrial para realizar extracciones y destilaciones.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El alumno comprenderá las leyes físicas sobre las que se basan las operaciones de transferencia de masa cuando se involucra una fase líquida.</li> <li>2. El alumno conocerá y será capaz de resolver problemas que involucren la extracción y la destilación.</li> <li>3. El alumno conocerá el equipo industrial propio para realizar extracciones y destilaciones.</li> </ol>	Se espera que el alumno relacione lo que ha aprendido durante su formación con esta unidad.	Discusión en clase.	Tarea. Examen.
---	--	--	---	---------------------	----------------

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	<b>4. Secado y lixiviación.</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	20 horas.
--	---------------------------------	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno conocerá otros métodos convencionales de transferencia de masa.</li> <li>• El alumno podrá calcular rendimientos de transferencia por secado y lixiviación y resolver problemas asociados que tomen en cuenta condiciones específicas del proceso como la temperatura o el tamaño de partícula usado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorción y desorción: observación de histéresis.</li> <li>• Secado por temperatura y al vacío: curva de velocidad del secado.</li> <li>• Procesos de lixiviación: preparación del sólido, temperatura apropiada, tanques de percolación y lixiviación durante la trituración. Ejemplos en la industria.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolución de problemas en donde existan equilibrios de adsorción y desorción.</li> <li>2. Descripción de procesos de lixiviación y de su uso en la industria.</li> </ol>	Interés por conocer el uso industrial de los procesos estudiados.	Discusión en clase.	Tarea. Examen.

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (Sugeridas)

En la primera parte del curso, se sugiere que el profesor derive a partir de principios físicos las ecuaciones a utilizar, marcando las aproximaciones que se realizan al alumno, y posteriormente muestre en diversas geometrías, el uso de estas ecuaciones. Además, se espera que puedan hacerse experimentos demostrativos de la difusión con y sin reacción química y a través de una membrana. En la segunda parte, se sugieren experiencias prácticas para ilustrar los procesos de destilación, extracción, lixiviación y secado, de ser posible con visitas a la industria para que el alumno pueda identificar el equipo con las operaciones.

### RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS (Sugeridos)

Materiales necesarios para ilustrar los procesos de difusión, difusión a través de membranas, destilación, extracción, lixiviación y secado. Pizarrón y plumones de colores, proyector de diapositivas y computadora portátil.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se sugiere una tarea extensa y uno o dos exámenes por unidad. El profesor deberá ponderar la participación en clase del alumno, que reflejará de pequeñas tareas de investigación muy frecuentes, junto con la tarea extensa y los exámenes, para ofrecer una calificación final. Se sugiere igual peso para las tres actividades.

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Treybal, R. E., Mass Transfer Operations, McGraw-Hill, 3a ed., NY, 1980
2. Plawsky, J.L., Transport phenomena fundamentals, Marcel Dekker, Inc., NY 2001
3. Bird D. R. B., Stewart, W.E., Lighfood E.N., Transport Phenomena, 2a ed., John Wiley & Sons, USA 2002.
4. Bennett C. O., Myers J. E., Momentum, Heat and Mass Transfer, 3a ed., McGraw Hill, USA 1982.
5. Welty J.R., Wicks Ch.E., Wilson R.E., Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, 4a ed., John Willey & Sons, USA 2000.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Thomson W. J., Introduction to Transport Phenomena, Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey 2000.
2. Brodkey, R. S. and Hershey, H. C., Transport Phenomena. A Unified Approach, McGraw Hill, New York 1988

#### OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN: