



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA**  
**EN INGENIERÍA QUÍMICA**



<b>PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:</b>				
<b>TRANSFERENCIA DE MASA I</b>				
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>				
<b>MODALIDAD:</b>		Curso		
<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b>		Teórico-Práctica		
<b>SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE:</b> Sexto				
<b>CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:</b> Obligatoria				
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>		8		
<b>HORAS A LA SEMANA:</b> 6	<b>Teóricas:</b> 2	<b>Prácticas:</b> 4	<b>Semanas de clase:</b> 16	<b>TOTAL DE HORAS:</b> 96
<b>SERIACIÓN:</b> Si ( <input checked="" type="checkbox"/> ) No ( <input type="checkbox"/> ) Obligatoria ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Indicativa ( <input type="checkbox"/> )				
<b>SERIACIÓN ANTECEDENTE:</b> Seriación por bloques. Haber aprobado el 80% de las asignaturas de los 3 primeros semestres				
<b>SERIACIÓN SUBSECUENTE:</b> Transferencia de masa II				

**OBJETIVO GENERAL:**

Al final del curso, el alumno deberá ser capaz de :  
 Utilizar los conceptos y métodos de la teoría de los procesos de difusión molecular y convectiva para regímenes de flujo laminar y turbulento, y en condiciones de estado estacionario y no estacionario, para el diseño de equipos de separación por etapas de equilibrio y operaciones de transferencia de masa en general.

<b>ÍNDICE TEMÁTICO</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Horas Teóricas</b>	<b>Horas prácticas</b>
1	Introducción	2	4
2	Difusión Molecular	6	12
3	Difusión Turbulenta	6	12
4	Transferencia de Masa Interfacial	6	12
5	Equipo para Operaciones Difusionales de Gas-Líquido	6	12
6	Operaciones de Humidificación	6	12
<b>TOTAL DE HORAS TEÓRICAS</b>		<b>32</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS</b>		<b>0</b>	<b>64</b>
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>96</b>	

## CONTENIDO TEMÁTICO

---

### 1. INTRODUCCIÓN.

- 1.1. Importancia de las operaciones de separación en el diseño y funcionamiento de las plantas químicas industriales.
- 1.2. Características de los procesos de transferencia de masa
- 1.3. Ubicación del campo de aplicación de las operaciones de separación difusionales.
- 1.4. Operaciones de separación: clasificación y fundamentos físicos de cada una de ellas.

### 2. DIFUSIÓN MOLECULAR.

- 2.1. Difusión molecular en fluidos
- 2.2. Coeficientes de difusión.
- 2.3. Ley de Fick.
- 2.4. Dependencia de la difusividad con la temperatura y presión en líquidos y gases.
  - 2.4.1. Modelos basados en la teoría cinética
  - 2.4.2. Correlaciones empíricas
- 2.5. Transferencia de masa por difusión molecular
- 2.6. Coeficientes de difusión en sistemas multicomponentes.
- 2.7. Coeficientes de transporte en membranas.
- 2.8. Difusión molecular en estado transitorio
  - 2.8.1. Analogías con la transferencia de calor
  - 2.8.2. Difusión molecular transitoria en coordenadas cartesianas. Series de Fourier
  - 2.8.3. Difusión molecular transitoria en coordenadas cilíndricas. Funciones de Bessel.
  - 2.8.4. Difusión molecular transitoria en coordenadas esféricas. Polinomios de Legendre.
- 2.9. Difusión en sólidos
  - 2.9.1. Mecanismos de difusión en sólidos
  - 2.9.2. Difusión en sólidos porosos
- 2.10. Difusión en sólidos para diversas geometrías
- 2.11. Transferencia acoplada de calor y masa
  - 2.11.1. Efecto Dufour
  - 2.11.2. Efecto Soret
- 2.12. Resolución de problemas.

### 3. DIFUSIÓN TURBULENTA

- 3.1. Conceptos generales
- 3.2. Grupos adimensionales para transferencia de masa.
- 3.3. Coeficientes de transferencia de masa
- 3.4. A través de capa límite
- 3.5. Ecuación de balance para transferencia de masa en régimen turbulento
- 3.6. Ecuación convección difusión en régimen turbulento

- 3.6.1. Esfuerzos de Reynolds
- 3.6.2. Modelos de cerradura
- 3.7. Cálculo de coeficientes de transferencia de masa
  - 3.7.1. Coeficientes locales y globales
- 3.8. Analogías entre transferencia de masa, calor y momentum
- 3.9. Sistemas de flujo con geometrías particulares
  - 3.9.1. Correlaciones empíricas.
  - 3.9.2. Cálculo de coeficientes de transferencia de masa y velocidades de flujos de difusión en diversas configuraciones geométricas y condiciones de flujo.
- 3.10. Modelos matemáticos para la transferencia simultánea de calor y masa
- 3.11. Ejemplos de cálculo de transferencia simultánea de calor y masa
- 3.12. Resolución de problemas.

#### **4. TRANSFERENCIA DE MASA INTERFACIAL.**

- 4.1. Concepto de interface
- 4.2. Equilibrio fisicoquímico.
- 4.3. Coeficientes de transferencia de masa individuales (locales), promedio y globales (totales). Definición y cálculo.
- 4.4. Ejemplos de cálculo de coeficientes de transferencia de masas locales, promedio y globales.
- 4.5. Balances de materia y energía en procesos de separación.
- 4.6. Líneas de operación.
- 4.7. Concepto de etapa ideal.
- 4.8. Determinación del número de etapas ideales.
- 4.9. Ejemplos de cálculo de etapas ideales en procesos de separación.
- 4.10. Difusión en estado estacionario con reacción química
  - 4.10.1. Homogénea.
  - 4.10.2. Heterogénea.
- 4.11. Difusión en estado transitorio con reacción química
  - 4.11.1. Homogénea.
  - 4.11.2. Heterogénea.
- 4.12. Resolución de problemas.

#### **5. EQUIPO PARA OPERACIONES DIFUSIONALES GAS-LÍQUIDO**

- 5.1. Características generales de los equipos de separación.
- 5.2. Tanques agitados
  - 5.2.1. Características
  - 5.2.2. Dimensionamiento.
- 5.3. Torres de platos:
  - 5.3.1. Tipos de platos.
  - 5.3.2. Caídas de presión.
  - 5.3.3. Estabilidad.
  - 5.3.4. Eficiencia de Murphree.
  - 5.3.5. Dimensionamiento.
- 5.4. Torres empacadas

- 5.4.1. Tipos y características de los empaques
- 5.4.2. Condiciones de inundación y carga
- 5.4.3. Caídas de presión
- 5.4.4. Eficiencia
- 5.4.5. Dimensionamiento.
- 5.5. Transferencia de masa en torres empacadas
- 5.6. La unidad de transferencia de masa
- 5.7. Número y altura de las unidades de transferencia
- 5.8. Resolución de problemas.

## **6. OPERACIONES DE HUMIDIFICACIÓN.**

- 6.1. Descripción general de las operaciones de humidificación.
- 6.2. Definición de psicrometría
- 6.3. Termodinámica de las mezclas gas-vapor
- 6.4. Saturación adiabática
- 6.5. Temperatura de bulbo húmedo.
- 6.6. Operaciones de enfriamiento de líquidos.
  - 6.6.1. Características del proceso
  - 6.6.2. Relaciones fundamentales de transferencia de calor y masa
- 6.7. Operaciones de humidificación de gases
  - 6.7.1. Características del proceso
  - 6.7.2. Relaciones fundamentales de transferencia de calor y masa
- 6.8. Operaciones de enfriamiento y humidificación de gases
  - 6.8.1. Características del proceso
  - 6.8.2. Relaciones fundamentales de transferencia de calor y masa
- 6.9. Operaciones de secado.
  - 6.9.1. Características del proceso
  - 6.9.2. Relaciones fundamentales de transferencia de calor y masa
- 6.10. Resolución de problemas.

## **ACTIVIDADES PRÁCTICAS:**

Durante las sesiones prácticas se realizará la resolución de problemas que se relacionen con las unidades temáticas descritas; estas actividades deberán reflejar el número de horas prácticas señaladas en este programa. Estas actividades deberán ser consideradas en la evaluación final de la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

- Benitez, J. Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations. Wiley Interscience. 2<sup>nd</sup> ed. USA. 2009.
- Basmadjian, D. Mass transfer and separation processes: principles and applications. CRC Press. Boca Raton. 2007.
- Koichi, A. Mass Transfer. From Fundamentals to modern industrial applications. Wiley VCH. Germany. 2006.
- Taylor, R., Krishna. R. Multicomponent mass transfer John Wiley & Sons. USA. 1993.
- Téllez, C. Problemas de transferencia de materia. Prensas Universitarias de Zaragoza. España. 2008.

### **Bibliografía Complementaria:**

- Bird, R.B; Stewart, W.E., Lightfoot, E.N. Fenómenos de transporte. Reverté. México. 2007.
- Geankopolis, C. J. Mass Transfer. Prentice Hall. New York. 2000.
- Lemos de Marcelo, J. S. Turbulence in porous media: modeling and applications. Elsevier. Amsterdam. 2006.
- Perry, R. H., Chilton, C. H. Manual del Ingeniero Químico. 3<sup>a</sup> ed. Mcgraw Hill. México. 2010.

### **CIBERGRAFÍA**

[http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/970106173x/510520/cengel\\_transferencia\\_3e\\_capitulo\\_muestra\\_c14.pdf](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/970106173x/510520/cengel_transferencia_3e_capitulo_muestra_c14.pdf)

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/kinetic/henry.html>

<http://www.monografias.com/trabajos81/operacion-unitaria-humidificacion/operacion-unitaria-humidificacion.shtml>

[http://issuu.com/yoly10/docs/humidificaci\\_n-torres\\_de\\_enfriamiento](http://issuu.com/yoly10/docs/humidificaci_n-torres_de_enfriamiento)

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA  
ASIGNATURA**

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Actividades prácticas dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	X
Prácticas de Taller	X
Taller de resolución de problemas asistidos por el profesor	X
Otras	

**MECANISMOS DE EVALUACIÓN.**

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Prácticas de Taller	X
Exposición de seminarios por los alumnos.	
Participación en clase	X
Asistencia	X

<b>PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA</b>			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniera Química			Transferencia de Masa
Con experiencia docente			