



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



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:					
LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO IV					
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA					
MODALIDAD:	Curso				
TIPO DE ASIGNATURA:	Práctica				
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE:	Sexto				
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:	Obligatoria				
NÚMERO DE CRÉDITOS:	3				
HORAS A LA SEMANA:	3	Teóricas: 0	Prácticas: 3	Semanas de clase: 16	TOTAL DE HORAS: 48
SERIACIÓN:	Si (X)	No ()	Obligatoria (X)	Indicativa ()	
SERIACIÓN ANTECEDENTE:	Seriación por bloques. Haber aprobado el 80% de las asignaturas de los 3 primeros semestres				
SERIACIÓN SUBSECUENTE:	Laboratorio Experimental Multidisciplinario V				

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

Explicar los conceptos y modelos matemáticos básicos de transferencia de masa, para la comprensión, explicación y caracterización de fenómenos en operaciones industriales ensayadas experimentalmente a nivel planta piloto.

INDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas prácticas
1	Introducción	0	3
2	Difusión Molecular en Gases	0	4
3	Difusión Molecular en Líquidos	0	4
4	Psicrometría	0	4
5	Relleno de Columnas	0	4
6	Caídas de Presión en Torres Empacadas	0	4
7	Humidificación Adiabática	0	4
8	Torres de Enfriamiento	0	4
9	Proyecto	0	17
	TOTAL DE HORAS TEÓRICAS	0	0
	TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS	0	48
	TOTAL DE HORAS	48	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. El trabajo experimental en el LEM
- 1.2. Presentación del curso
- 1.3. Importancia del trabajo experimental en transferencia de masa

2. DIFUSIÓN MOLECULAR EN GASES

- 2.1. Conceptos básicos de difusión molecular
- 2.2. Ley de Fick
- 2.3. Coeficiente de difusión en gases
- 2.4. Estimación de coeficientes de difusión en gases
- 2.5. Ecuaciones de difusión de A en B estacionario
- 2.6. Trabajo experimental

3. DIFUSIÓN MOLECULAR EN LÍQUIDOS

- 3.1. Conceptos generales de líquidos y la difusión molecular
- 3.2. Estimación de coeficientes de difusión en líquidos
- 3.3. Trabajo experimental

4. PSICROMETRÍA

- 4.1. Propiedades de mezclas aire vapor de agua (humedad absoluta, humedad relativa, calor húmedo, volumen húmedo y entalpia)
- 4.2. Temperatura de rocío, temperatura de saturación adiabática y temperatura de bulbo húmedo.
- 4.3. Carta psicrométrica
- 4.4. Métodos e instrumentos para medir propiedades psicrométricas
- 4.5. Trabajo experimental

5. RELLENO DE COLUMNAS

- 5.1. Características generales de empaques
 - 5.1.1. Empaques aleatorios
 - 5.1.2. Empaques ordenados
 - 5.1.3. Empaques estructurados
- 5.2. Trabajo experimental

6. CAÍDAS DE PRESIÓN EN COLUMNAS EMPACADAS

- 6.1. Descripción de columnas empacadas y sus internos
- 6.2. Comportamiento típico de las caídas de presión.
 - 6.2.1. Zona de carga
 - 6.2.2. Inundación
- 6.3. Correlaciones empíricas para la caída de presión
- 6.4. Trabajo experimental

7. HUMIDIFICACIÓN ADIABÁTICA

- 7.1. Conceptos básicos de transferencia simultánea de masa y calor

- 7.2. Representación gráfica de la humidificación adiabática en la carta psicrométrica
- 7.3. Número de unidades de transferencia y altura de la unidad de transferencia
- 7.4. Coeficientes de transferencia de masa y calor
- 7.5. Eficiencia de Murphree
- 7.6. Trabajo experimental

8. TORRES DE ENFRIAMIENTO

- 8.1. Tipos y características generales de las torres de enfriamiento
- 8.2. Comportamiento general de las torres de enfriamiento
- 8.3. Ecuaciones de transferencia de masa y calor
- 8.4. Ecuaciones de balance de materia y energía
- 8.5. Ecuación de diseño
- 8.6. Coeficientes de transferencia de masa, número de unidades de transferencia y altura de la unidad de transferencia (individuales del líquido, individuales del gas y globales)
- 8.7. Representación gráfica en un diagrama entalpía temperatura
 - 8.7.1. Línea de equilibrio
 - 8.7.2. Línea de operación
 - 8.7.3. Condiciones interfaciales y entalpía (H^*) de equilibrio con la temperatura del seno del líquido
- 8.8. Trabajo experimental

9. PROYECTO

- 9.1. Proyecto de Transferencia de Masa

Metodología de la enseñanza:

El curso se compone de una serie de trabajos experimentales que se llevan a cabo en las instalaciones del Laboratorio Experimental Multidisciplinario de Ingeniería Química (Nave 1000). Cada trabajo experimental se debe abordar con la idea de que el alumno adquiera los conocimientos teórico-prácticos básicos del tema y a la vez desarrolle su iniciativa, ingenio y creatividad. Para esto, el curso se divide en dos partes de acuerdo a lo siguiente:

Primera parte del curso

En la primera parte, se llevan a cabo los trabajos experimentales sobre los temas del curso de manera idéntica a los cursos previos del LEM, es decir, se plantea un problema experimental en cada tema que el alumno debe resolver, preferentemente en un equipo escala piloto. Es necesario contar con un manual del curso del LEM para apoyar a los estudiantes en la solución de cada problema, guiándolos en las tres partes básicas del trabajo: preparación previa al experimento, la fase experimental propiamente dicha y el trabajo posterior o tratamiento de los datos experimentales obtenidos. Los aspectos mínimos necesarios de cada trabajo experimental que deben describirse en este manual son:

- Objetivo.- Establecer los conocimientos, habilidades o destrezas que el alumno logrará al resolver el problema.
- Problema experimental.- Describir el problema experimental que el alumno debe resolver (enunciado del problema) ¿Qué debe obtenerse del experimento?
- Conocimientos y actividades previas.- Son una serie de preguntas encaminadas a que el alumno estudie los conceptos necesarios para llevar a cabo el experimento, conozca el equipo que utilizará y en general proporcione al alumno una guía de estudio y preparación.
- Indicaciones experimentales.- Son breves explicaciones, la mayoría, relacionadas con la seguridad del trabajo y uso del equipo. En esta sección se pueden proporcionar además algunos elementos relacionados con el desarrollo del experimento sin llegar a una descripción detallada de los pasos a seguir o del manejo del equipo, información que puede ser consultada en otro tipo de documentos como los manuales de operación de equipo.
- Informe.- Proporcionar al estudiante una descripción general del informe que debe presentar y puntualizar en cada tema los aspectos importantes que no pueden faltar en el informe.
- Bibliografía.- Recomendar algunas fuentes de información.

El desarrollo de la primera parte del curso se llevará a cabo de acuerdo a las siguientes sesiones.

7. Presentación del curso

- 7.1. Objetivos y contenido
- 7.2. Descripción de instalaciones del LEM
- 7.3. Descripción de metodología de trabajo
- 7.4. Descripción del Manual de Ingeniería Química Experimental LEM IV
- 7.5. Formato de informes
- 7.6. Método de evaluación
- 7.7. Aspectos básicos de seguridad en el LEM
- 7.8. Formación de equipos (grupos de trabajo) entre alumnos

8. Desarrollo del curso; en cada tema:

- 8.1. Presentación del tema por el profesor
- 8.2. Conocimientos y actividades previas a la experimentación por parte de los alumnos
- 8.3. Revisión del punto anterior con el profesor
- 8.4. Indicaciones experimentales a los alumnos
- 8.5. Trabajo experimental (de acuerdo al manual)
- 8.6. Elaboración de informe
- 8.7. Presentación y discusión de resultados

Segunda parte del curso

Esta segunda parte se trabaja en base a proyectos. En esta modalidad el estudiante selecciona un tema, plantea sus objetivos, elabora un plan de trabajo experimental con la asesoría, correcciones y visto bueno del profesor para

finalmente desarrollarlo. Es importante mencionar que para llegar a esta modalidad por proyectos, en los trabajos experimentales previos, en el presente curso y en los cursos anteriores, se da progresivamente mayor libertad al estudiante de definir partes de la experimentación para que gradualmente se introduzca al trabajo por proyectos.

Es importante contar con una guía para la elaboración del proyecto, incluida en el manual del curso. Asimismo, contar con sugerencias de temas para los proyectos. Las partes básicas del desarrollo del proyecto son:

- Selección del tema
- Planteamiento del problema
- Generalidades y antecedentes
- Fundamentos teóricos (conceptos, teoría y ecuaciones)
- Objetivos
- Formulación de hipótesis
- Plan de trabajo
- Desarrollo experimental y obtención de datos
- Tratamiento de datos experimentales
- Resultados y su análisis
- Informe del proyecto

PRODUCTOS ESPERADOS:

Un informe de cada tema, un plan de trabajo para el desarrollo del proyecto y un informe del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Bird, S. L. Fenómenos de Transporte. 2ª ed. Limusa Noriega. México. 2010.
- Jaime, B. Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations. Wiley Interscience. 2nd ed. USA. 2009.
- Koichi, A. Mass Transfer: From Fundamentals to Modern Industrial Applications. Wiley-VCH. Germany. 2006.
- Ludwig, N. Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. Gulf Professional Publishing, 4th ed. New York. 2007.
- Treybal, R. E., Mass transfer operations. 3ª ed. Mc Graw Hill. 1982.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Green, D., Perry, R. Perry's Chemical Engineers' Handbook. McGraw-Hill Professional. 8th ed. China. 2007.
- Warren-McCabe, J. S., Peter, H. Unit Operations of Chemical Engineering. 7th ed. McGraw Hill Chemical Engineering Series. USA. 2004.

CIBERGRAFIA

- <http://www.monografias.com/trabajos10/semi/semi.shtml>

SUGERENCIAS DIDACTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

SUGERENCIAS DIDACTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Actividades prácticas dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	
Seminarios	X
Investigación bibliográfica	X
Redacción de informe de trabajo experimental	X
Lecturas obligatorias	
Trabajo de investigación	
Prácticas de Taller	
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN.

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

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Química		Transferencia de masa	
Con experiencia docente			