

S. E. P.

S. E. I. T.

DIRECCION GENERAL DE INSTITUTOS TECNOLOGICOS

1. IDENTIFICACION DEL PROGRAMA DESARROLLADO POR UNIDADES DE APRENDIZAJE

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: OPERACIONES UNITARIAS IV (4-2-10)

NIVEL: LICENCIATURA

CARRERA: INGENIERIA BIOQUIMICA

CLAVE: BQC-9328

2. HISTORIA DEL PROGRAMA

LUGAR Y FECHA DE ELABORACION O REVISION	PARTICIPANTES	OBSERVACIONES (CAMBIOS Y JUSTIFICACION)
26 al 30 de Marzo de 1990 I.T. Tepic	Todos los Institutos Tecnológicos que asistieron a la Reunión	Reunión Nacional de Revisión Curricular de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
I.T. Tepic	Academia de Ingeniería Bioquímica	En la reunión Nacional de Revisión Curricular de la Carrera de Ingeniería Bioquímica, realizada en el I.T. Tepic del 26 al 30 de marzo de 1990, se fundamentó la necesidad de este programa. En dicha reunión se acordó, que por su importancia, la transferencia de masa deberá ser cubierta desde los fundamentos hasta las aplicaciones en el diseño de y operación de equipos de proceso. Se incluye una operación unitaria para ejemplificar, con ello, la importancia y la apli

Del 18 al 22 de Febrero de 1991 I.T. Veracruz	Comité de Consolidación	cabilidad de este grupo de fundamentos y su creciente relevancia en el control de la contaminación ambiental por desechos de fluidos de la industria de recursos bióticos. Al igual que en todas las ramas de la ingeniería los métodos de cálculo han evolucionado, por -- ello aquí también se hace la especial recomendación del uso de las computadoras principalmente las digitales, para que mediante métodos analíticos e iterativos se resuelvan los problemas y se diseñen los equipos tendiendo al óptimo.
Del 6 al 7 de mayo de 1993 I. T. Culiacán	Comité de Reforma	Validación y enriquecimiento del programa en reunión de consolidación  Validación de programa en Reunión del Comité de Reforma.

### 3. UBICACION DE LA ASIGNATURA

#### a) RELACION CON OTRAS ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIO

A N T E R I O R E S		P O S T E R I O R E S	
ASIGNATURAS	TEMAS	ASIGNATURAS	TEMAS
Balances de Materia y Energía	- Balance de materia - Balance de energía - Balance simultaneo	Operaciones Unitarias V	- Todo el curso
Matemáticas IV	- Ecuaciones diferenciales - Análisis vectorial	Ingeniería de Proyectos	- Todo el curso
Operaciones Unitarias I	- Transporte de momento - Fluidización - Flujo en lechos empacados	Formulación y Evaluación de Proyectos	- Todo el curso
Métodos Numéricos	- Análisis iterativo		

#### b) APORTACION DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DEL EGRESADO

Le permite diseñar y seleccionar equipos, estableciendo las condiciones óptimas de operación en los procesos industriales Químicos-Biológicos.

### 4. OBJETIVO (S) GENERAL (ES) DEL CURSO

Dar a conocer al alumno los fundamentos del transporte y la transferencia de masa, como base fundamental del grupo de Operaciones Unitarias de ingeniería correspondientes a la transferencia a través de la interfase y aplicarlos en una operación representativa como la absorción.

### 5. TEMARIO

NUMERO	TEMAS	SUBTEMAS
I	Introducción a la Transferencia de Masa	1.1 Definiciones. 1.1.1 Concentración, fracción molar y en peso 1.1.2 Velocidad, flujo masico y molar. 1.2 Difusión molecular 1.2.1 Ley de Fick. 1.2.2 Difusividad. 1.2.3 Cálculo de difusividad en gases y líquidos.
II	Transferencia de Masa por Difusión	2.1 Transferencia unidireccional de masa por difusión. 2.2 Transferencia de masa multidireccional por difusión. 2.3 Contradifusión molecular. 2.4 Problemas que impliquen la intervención de otro tipo de transferencia.
III	Transferencia Convectiva de Masa	3.1 Análisis dimensional. 3.2 Análisis a la capa límite. 3.3 Analogías en la transferencia de masa, calor y momento 3.4 Correlaciones. 3.5 El estado inestable.
IV	Transferencia de Masa en la Interfase	4.1 Introducción. 4.2 Teoría de la doble película. 4.3 Efecto de la temperatura y la concentración sobre el fenómeno.
V	Absorción	5.1 Introducción. 5.1.1 Solubilidad de gases en líquidos. 5.1.2 Curvas de solubilidad. 5.1.3 Puntos de equilibrio. 5.2 Columnas de absorción. 5.2.1 Balance global de materia y energía. 5.2.2 Balance de materia y energía por etapas. 5.2.3 Parámetros del diseño. 5.3 Columnas de absorción de contacto continuo. 5.3.1 Balance global de materia y energía.

		5.3.2 Cálculo del número de unidades de transferencia de masa.
		5.3.3 Tipos de empaque y eficiencia.
		5.3.4 Parámetros del diseño.
		5.4 Otros.

#### 6. APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Dimensiones y unidades.
- Análisis dimensional.
- Análisis numérico: solución de ecuaciones diferenciales, integración, etc.
- Ecuaciones diferenciales (totales y parciales).
- Balance de masa y energía.
- Ecuación de la continuidad.
- Transporte de cantidad de movimiento.
- Propiedades de los fluidos.
- Relaciones termodinámicas para sistemas multicomponentes.
- Analogías del transporte.
- Un lenguaje de programación.
- Cálculo diferencial.
- Cálculo integral.
- Análisis vectorial.
- Integrales dobles y triples.
- Primera ley de la termodinámica.
- Segunda ley de la termodinámica.
- Ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales.
- Tablas de vapor.
- Balances de materia y energía.

#### 7. SUGERENCIAS DIDACTICAS

- Realizar una investigación documental y experimental de la determinación del coeficiente de difusividad.
- Efectuar una investigación documental acerca del fenómeno de la difusión.
- Resolver problemas que involucren la obtención del perfil de concentración en un sistema.
- Realizar una investigación documental de las más recientes correlaciones para determinar el coeficiente de transferencia de masa.
- Efectuar una investigación documental acerca de los efectos de la temperatura sobre este fenómeno.
- Resolver problemas de diseño de columnas de absorción utilizando software de aplicación.
- Elaborar programas para resolver problemas de transferencia de masa.
- Realizar visitas a industrias que tengan equipo de transferencia de masa.
- Realizar talleres de solución de problemas durante el curso.

#### 8. SUGERENCIAS DE EVALUACION

- Informes de investigaciones documentales y experimentales realizadas.
- Programas desarrollados en la solución de problemas de transferencia de masa.
- Revisión de problemas asignados.
- Reportes de visitas a industrias.
- Participación durante el desarrollo del curso.

NOTA: Los dos puntos anteriores deberán ser elaborados y/o enriquecidos por la Academia en conjunto con el Departamento de Desarrollo Académico.

#### 9. UNIDADES DE APRENDIZAJE

NUMERO DE UNIDAD: I

NOMBRE DE LA UNIDAD: INTRODUCCION A LA TRANSFERENCIA DE MASA

OBJETIVO EDUCACIONAL	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA (BASICA Y COMPLEMENTARIA)
Adquirirá el conocimiento básico del fenómeno de difusión molecular y convectivo de masa; así como las formas empíricas, teóricas y semiempíricas	1.1 Comprender las definiciones básicas de la transferencia de masa, como son: densidad, concentración, fracción molar, fracción en peso, velocidad, flujo másico y flujo molar.	1 2

para calcular el coeficiente de difusión.	1.2 Concepto introductorio acerca de la difusión molecular.	3
	1.3 Métodos teóricos de cálculo de difusividad.	4
	a) En gases. b) En líquidos.	5
	1.4 Métodos semiempíricos de cálculo de difusividad. a) En gases. b) En líquidos.	
	1.5 Cálculo de difusión en sistema de multicomponente.	

NUMERO DE UNIDAD: II

NOMBRE DE LA UNIDAD: TRANSFERENCIA DE MASA POR DIFUSION

OBJETIVO EDUCACIONAL	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA (BASICA Y COMPLEMENTARIA)
Comprenderá el fenómeno de la transferencia de masa por difusión por medio del análisis de sistemas que involucran este fenómeno.	2.1 Concepto de conservación.	
	2.2 Balance entrada-salida.	
	2.3 Análisis de transferencia unidireccional.	6
	2.4 Deducir la ecuación general de transferencia de masa.	7
	2.5 Análisis de sistemas de transferencia multidireccional.	8
	2.6 Análisis de sistemas con contradifusión molecular.	
	2.7 Análisis de sistemas que combinan a los dos o tres fenómenos de transferencia.	

NUMERO DE UNIDAD: III

NOMBRE DE LA UNIDAD: TRANSFERENCIA CONVECTIVA DE MASA

OBJETIVO EDUCACIONAL	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA (BASICA Y COMPLEMENTARIA)
Comprenderá ampliamente la transferencia convectiva de masa a través de analogías y modelación.	3.1 Parámetro adimensional importantes.	
	3.2 Análisis dimensional de la transferencia convectiva de masa. a) Método Rayleigh. b) Método Buckingham.	9
	3.3 La concentración en la capa de límite	
	3.4 Analogías entre los fenómenos. a) Reynolds. b) Von Kerman. c) Prandtl.	10
	3.5 Modelación de coeficientes.	
	3.6 El estado inestable.	

NUMERO DE UNIDAD: IV

NOMBRE DE LA UNIDAD: TRANSFERENCIA DE MASA EN LA INTERFASE

OBJETIVO EDUCACIONAL	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA (BASICA Y COMPLEMENTARIA)
Conocerá el fenómeno de transferencia de masa a través del modelo de la	4.1 Equilibrio entre fases.	
	4.2 Principios de la transferencia de masa.	

doble película y el cálculo de los coeficientes locales y globales de transferencia de masa.	4.3 Teoría de la doble película.	9
	4.4 Coeficientes locales.	10
	4.5 Coeficientes globales.	
	4.6 Efectos de temperatura sobre Kg y Kl.	

NUMERO DE UNIDAD: V

NOMBRE DE LA UNIDAD: ABSORCION

OBJETIVO EDUCACIONAL	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA (BASICA Y COMPLEMENTARIA)
Iniciará al alumno en el diseño de equipos de transferencia de masa, específicamente en una operación unitaria muy importante, como lo es la absorción.	5.1 Selección de equilibrios V-L.	
	5.2 Cálculo de la reacción gas-líquido.	5
	5.3 Selección del equipo.	7
	5.4 Diámetro de la columna.	8
	5.5 Selección de las condiciones de operación.	9
	5.6 Aplicación de las ecuaciones de velocidad de transferencia de masa	10
	5.7 Aplicación de los datos de altura de unidad de transferencia y Kg.	
	5.8 Efectos globales de las velocidades de gas y líquidos.	
	5.9 La eficiencia.	
	5.10 Diseño de torres de platos: a) para gases diluidos. b) para altas concentraciones. c) eficiencia de platos.	
	5.11 Varios. a) Sistemas de multicomponentes. b) Economía en el diseño de absorbedores. c) Quimisorción	
	5.12 Desorción.	

#### 10. BIBLIOGRAFIA

1. WELTY, WICKS Y WILSON  
FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE MOMENTO, CALOR Y MASA  
Ed. LIMUSA
2. BENNET & MYERS  
MOMENTUM, HEAT AND MASS TRANSFER  
Ed. MCGRAW-HILL
3. BRODKEY - HERSHKY  
TRANSPORT PHENOMENA  
Ed. MCGRAW-HILL
4. BIRD, STEWART Y LIGHTFOOT  
FENOMENOS DE TRANSPORTE  
Ed. REVERTE

5. HENLEY S.  
OPERACIONES DE SEPARACION POR ETAPAS DE EQUILIBRIO EN INGENIERIA QUIMICA  
Ed. REVERTE
6. WEAST ROBERT C.  
HANDBOOK OF CHEMISTRY AND PHYSICS  
Ed. CRC PRESS
7. TREYBAL ROBERT E.  
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA  
Ed. MCGRAW-HILL
8. GEANKOPLIS C. J.  
PROCESOS DE TRANSPORTE Y OPERACIONES UNITARIAS  
Ed. CECSA
9. McCABE & SMITH  
OPERACIONES UNITARIAS DE INGENIERIA QUIMICA  
Ed. REVERTE
10. ROUSSEAU RONALD  
HANDBOOK OF SEPARATION PROCESS TECHNOLOGY  
Ed. WILEY INTERSCIENCE

11. P R A C T I C A S   P R O P U E S T A S

- Determinación experimental del coeficiente de difusión para sistemas binarios.
- Cálculo de los coeficientes globales de transferencia de masa.
- Efecto del incremento en el flujo de las fases líquida y gaseosa sobre la transferencia de masa en una columna de absorción.
- Determinación del número de unidades de transferencia en una columna de absorción.

En este punto se deberá elaborar la guía de prácticas con base en la metodología oficial emitida por la Subdirección de Docencia (D.G.I.T.) para tal efecto.