



## PROGRAMA DE ESTUDIO

<b>Nombre de la asignatura:</b> PROCESOS DE SEPARACIÓN 1						
<b>Clave:</b> IQM10			<b>Ciclo Formativo:</b> Básico ( ) Profesional ( X ) Especializado ( )			
<b>Fecha de elaboración:</b>						
<b>Horas Semestre</b>	<b>Horas semana</b>	<b>Horas de Teoría</b>	<b>Horas de Práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modalidad (es)</b>
96	4	4	0	10	Teórica ( X ) Teórica-práctica ( ) Práctica ( )	Presencial ( X ) Híbrida ( ) Virtual ( )
<b>Semestre recomendado:</b> OCTAVO SEMESTRE				<b>Requisitos curriculares:</b> Métodos Numéricos, Fenómenos de Transporte 2, Flujo de Fluidos, Procesos de Separación 1		
<b>Programas académicos en los que se imparte:</b> IQ						
<b>Conocimientos y habilidades previos:</b> El alumno deberá tener los conocimientos fundamentales de Probabilidad y Estadística, Cálculo Integral, Ecuaciones Diferenciales, Química Básica, y Termodinámica Química. Asimismo, deberá ser capaz de aplicar criterios estadísticos para la selección y discriminación de modelos matemáticos.						

### 1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA:

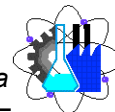
Este curso forma parte de la Etapa Disciplinaria de las carreras de Ingeniería Química y Químico Industrial, siendo una asignatura de carácter obligatoria, que se recomienda cursarla entre el quinto y sexto semestre. El curso es de tipo teórico-práctico de 10 créditos, por lo que se imparte durante 17 semanas con un tiempo de 6 horas presenciales a la semana, y que deberán efectuarse prácticas de laboratorio en el transcurso del semestre.

Para su mejor aprovechamiento, el estudiante deberá haber cursado las asignaturas de Cálculo Integral, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística, Química Básica, y Termodinámica Química, y tener habilidad de aplicar criterios estadísticos para la selección y discriminación de modelos matemáticos.

Esta asignatura proporcionará los conocimientos fundamentales para establecer modelos de separación basados en energía.

### 2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO

### 3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES



Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
09/05/2013	Dr. Roberto Flores Velázquez Dr. David Juárez Romero	El programa de estudios ha sido preparado atendiendo los temas incluidos en la guía de preparación del Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Química (EGEL-IQUIM), y de los contenidos temáticos mínimos contenidos en el manual de CACEI para Ingeniería Química.

#### 4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y seleccionar equipos para procesos industriales que involucren operaciones de transferencia de masa tales como absorción, extracción, adsorción, e intercambio iónico; así como aplicar los conceptos y criterios para la selección y operación de equipos industriales que involucren procesos mecánicos de separación de sólidos.

#### 5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES MODELO UNIVERSITARIO

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li><li>Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li><li>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li></ul>
Sociales	Éticas
<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de trabajo en equipo</li><li>Habilidades interpersonales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Compromiso con la calidad</li><li>Compromiso ético</li></ul>

#### 6. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Destilación Binaria	1.1. Equilibrio Líquido-Líquido 1.2. Volatilidad Relativa 1.3. Separación una etapa (separación Flash) 1.4. Curva de Operación 1.5. Columnas de platos 1.6. Columnas empacadas 1.7. Transferencia de masa de un solo componente entre fases
2	Destilación Especializada	2.1. Operación a contracorriente en varias etapas 2.2. Dificultades en la operación Inundación 2.3. Caídas de presión 2.4. Destilación con reacción química
3	Destilación Multicomponente	3.1. Clasificación de equipos de extracción líquido-líquido 3.2. Contacto sencillo 3.3. Contacto múltiple en corriente directa



		3.4 Contacto múltiple en contracorriente
3	Extracción	4.1 Equilibrio Líquido-Líquido 4.2 Diagramas de equilibrio Ternario 4.3 Curvas de Operación 4.4 Equilibrio vs. Transferencia de Masa
4	Humidificación	4.1 Humedad de saturación 4.2 Humedad relativa y porcentual 4.3 Construcción de cartas psicometría y utilización de la misma 4.4 Diseño de torres de enfriamiento 4.5 Cálculo de balance de energía aplicada a un secador rotatorio
5	Procesos mecánicos de separación	5.1. Filtración 5.1.1. Importancia y clasificación de filtros 5.1.2. Teoría de la filtración 5.1.3. Cálculo de la capacidad de filtración 5.1.4. Selección de equipos  5.2. Sedimentación 5.2.1. Importancia de la sedimentación 5.2.2. Tipos de sedimentadores 5.2.3. Fundamentos de la sedimentación 5.2.4. Criterios de diseño y selección de sedimentadores  5.3. Flotación 5.3.1. Importancia de la flotación 5.3.2. Tipos de equipos de flotación 5.3.3. Fundamentos de la flotación 5.3.4. Criterios de diseño y selección de equipos de flotación  5.4 Centrifugación 5.4.1 Selección de centrifugas 5.4.2 Rendimiento de la separación

## 7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

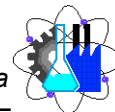
Unidad 1: <i>Teorías sobre las velocidades de reacción</i>		
<b>Competencia de la unidad:</b> Identificar los reactores químicos ideales que operan en las plantas químicas y definir sus aplicaciones dependiendo las características del proceso y las condiciones de operación.		
<b>Objetivo de la unidad:</b> Conocer las diversas teorías propuestas que explican como se lleva a cabo una separación		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
1. Tipos reacciones químicas 2. Características de los reactores químicos	<ul style="list-style-type: none"><li>Determinación de soluciones y alternativas</li><li>Pensamiento crítico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Puntualidad</li><li>Emprendedor</li><li>Atención al entorno</li></ul>



3. Sistemas abiertos y cerrados 4. Conservación de la materia y energía	<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad para tomar decisiones</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Emprendedor</li><li>Interés</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Presentación del profesor</li><li>Lluvias de ideas</li></ul>		<b>Recursos didácticos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Proyector digital</li><li>Artículos científicos</li></ul>

Unidad 2: <i>Absorción de gases</i>		
<b>Competencia de la unidad:</b>		
<b>Objetivos de la unidad:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>Construir e interpretar curvas de equilibrio de sistemas gas-líquido experimentales.</li><li>Calcular los coeficientes generales de transferencia de masa en sistemas gas-líquido.</li><li>Calcular la altura y el número de unidades de transferencia en fase gaseosa y líquida en una torre de absorción.</li><li>Diseñar torres de absorción en columnas empacadas y en columnas de platos.</li></ol>		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<ol style="list-style-type: none"><li>Balance de masa</li><li>Termodinámica química</li><li>Gases ideales</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>Determinación de soluciones y alternativas</li><li>Pensamiento crítico</li><li>Solución de problemas</li><li>Toma de decisiones</li><li>Capacidad para tomar decisiones</li><li>Capacidad de identificar y resolver problemas</li><li>Capacidad de análisis, síntesis y evaluación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Puntualidad</li><li>Proactivo</li><li>Respetuoso</li><li>Diálogo</li><li>Responsabilidad</li><li>Honestidad</li><li>Puntualidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Presentación del profesor</li><li>Lluvias de ideas</li><li>Aprendizaje basado en problemas</li></ul>		<b>Recursos didácticos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Proyector digital</li><li>Artículos científicos</li><li>Computadora personal</li><li>Software</li></ul>

Unidad 3: <i>Extracción líquido-líquido</i>	
<b>Competencia de la unidad:</b> Seleccionar y aplicar los métodos de diseño de equipo de extracción de acuerdo al sistema a separar así como a las condiciones de operación.	
<b>Objetivos de la unidad:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>Calcular los parámetros de diseño del equipo requerido para la extracción en una sola etapa.</li><li>Calcular los parámetros de diseño del equipo requerido para una extracción en etapas múltiples.</li><li>Aplicar sistemas gráficos para determinar los parámetros de diseño de equipos de extracción.</li></ol>	
Elementos de Competencia Disciplinar	



Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Balance de masa y energía</li><li>2. Sistema abierto</li><li>3. Conservación de la materia y energía</li><li>4. Termodinámica química</li><li>5. Cinética química</li><li>6. Gases ideales</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de soluciones y alternativas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones</li><li>• Capacidad para tomar decisiones</li><li>• Capacidad de identificar y resolver problemas</li><li>• Capacidad de análisis, síntesis y evaluación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Proactivo</li><li>• Respetuoso</li><li>• Diálogo</li><li>• Responsabilidad</li><li>• Honestidad</li><li>• Puntualidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación del profesor</li><li>• Lluvias de ideas</li><li>• Aprendizaje basado en problemas</li></ul>		<b>Recursos didácticos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Proyector digital</li><li>• Artículos científicos</li><li>• Computadora personal</li><li>• Software</li></ul>

**Unidad 4: Adsorción e Intercambio Iónico****Competencia de la unidad:**

Comprender los conceptos del fenómeno de adsorción e intercambio iónico y aplicarlos en la selección de los equipos utilizados y determinar las condiciones de operación.

**Objetivos de la unidad:**

1. Identificar los diferentes tipos de adsorbentes y sus características.
2. Resolver problemas de columnas de adsorción en lecho estático.
3. Seleccionar columnas de adsorción.
4. Aplicar los fundamentos del intercambio iónico en el diseño de equipo que involucra este fenómeno.

**Elementos de Competencia Disciplinar**

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Balance de masa y energía</li><li>2. Sistema abierto</li><li>3. Conservación de la materia y energía</li><li>4. Termodinámica química</li><li>5. Cinética química</li><li>6. Gases ideales</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de soluciones y alternativas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones</li><li>• Capacidad para tomar decisiones</li><li>• Capacidad de identificar y resolver problemas</li><li>• Capacidad de análisis, síntesis y evaluación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Proactivo</li><li>• Respetuoso</li><li>• Diálogo</li><li>• Responsabilidad</li><li>• Honestidad</li><li>• Puntualidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación del profesor</li><li>• Lluvias de ideas</li><li>• Aprendizaje basado en problemas</li></ul>		<b>Recursos didácticos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Proyector digital</li><li>• Artículos científicos</li><li>• Computadora personal</li><li>• Software</li></ul>

**Unidad 5: Procesos mecánicos de separación****Competencia de la unidad:**



Comprender los principios y los criterios para la selección y el diseño de equipos de separación mecánica.

**Objetivos de la unidad:**

1. Analizar los diferentes mecanismos de separación de sólidos de líquidos.
2. Resolver problemas para diseñar y seleccionar el equipo adecuado para una separación dada.
3. Identificar y analizar los parámetros y las variables que afectan la rapidez de cada una de las separaciones.

**Elementos de Competencia Disciplinar**

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Balance de masa y energía</li><li>2. Sistema abierto</li><li>3. Conservación de la materia y energía</li><li>4. Termodinámica química</li><li>5. Cinética química</li><li>6. Gases ideales</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de soluciones y alternativas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Capacidad para tomar decisiones</li><li>• Capacidad de identificar y resolver problemas</li><li>• Capacidad de análisis, síntesis y evaluación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Proactivo</li><li>• Respetuoso</li><li>• Diálogo</li><li>• Responsabilidad</li><li>• Honestidad</li><li>• Puntualidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación del profesor</li><li>• Lluvias de ideas</li><li>• Aprendizaje basado en problemas</li></ul>		<b>Recursos didácticos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Proyector digital</li><li>• Artículos científicos</li><li>• Computadora personal</li><li>• Software</li></ul>

**8. EVALUACIÓN.****Documentos de referencia:**

Reglamento General de Exámenes de la UAEM

Reglamento de la FCQel:

**ARTÍCULO 80.** - En las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, la calificación que se asentará en el acta de examen ordinario será el promedio ponderado de mínimo 3 evaluaciones parciales y un examen de carácter departamental que incluya los contenidos temáticos de la asignatura.

Cada evaluación parcial estará integrada por un examen parcial y las actividades inherentes a cada asignatura.

**9. FUENTES DE CONSULTA.****Bibliografía básica:**

- Holland C.D., A.I. Liapis (1983) "Computer methods for solving Dynamic Separation Problems", McGraw-Hill.
- King C. J, (2013). "Process Separation", Dover,  
King C.J et al (1987) "Separation & Purification: critical needs and opportunities", NCR



- Kontogeorgis G, Fola G.K.s: Thermodynamic Models for Industrial Applications: From Classical and Advanced Mixing Rules to Association Theories
- Ludwig E.E v2 (1965) Separation Process v2 Gulf Co
- McCabe, W. L., J. C. Smith, y P. Harriott (2007). "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química", 7ª. Edición, Editorial McGraw Hill.
- Prausnitz J. M., R. N. Lichtenthaler, E. Gomes de Azevero (2000) "Termodinámica
- Seader J.D, E. J. Henley, D.K. Roper "Separation Process Principles", J. Wiley
- Treybal, R. E. (1988). "Operaciones de Transferencia de Masa", 2ª. Edición, Mc Graw Hill.
- Wankat P. Separation Process Engineering, 3rd Ed, Pearson.

#### **Bibliografía complementaria:**

- Yaws, C.L. (2005) Handbook of Physical Properties for Hydrocarbons And Chemicals
- Prausnitz J. M., R. N. Lichtenthaler, E. Gomes de Azevero (2000) "Termodinámica Molecular de los Equilibrios de Fases", Prentice Hall.
- Carlson E C, Don't (1996). *Gamble with physical properties for simulations*, Chemical Engineering Progress , p35-46, oct
- Cingara A and M Jovanovic, (1990) *Analytical First – Order dynamic model of binary distillation column*, chemical Engineering Science vol 45 No12 pp 3585-3592,
- Kister (1999) *Distillation Operation*, McGrawHill
- Lockett A.K.(1986) "Distillation tray fundamentals", CUP
- Geankoplis, C. J. (1998). "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias", Editorial Cecsa, 3ª. Edición.

#### **Direcciones electrónicas sugeridas:**

*Especificar los sitios de internet que podrán ser consultados en el curso, como pueden ser sitios de interés, bibliotecas digitales, repositorios de objetos de aprendizaje, blogs personales, foros de debate, etc.*

Kooijman H.A., R. Taylor "The ChemSep Book", [www.chemsep.com](http://www.chemsep.com)