

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR						1	
BAHIA BLANCA		ARGENTINA					
DEPARTAMENTO DE: INGENIERIA QUIMICA							
PROGRAMA DE:						CODIGO: 6274	
PROCESOS DE SEPARACIÓN						AREA UNICA	
HORAS DE CLASE						PROFESOR RESPONSABLE	
TEORICAS			PRACTICAS			DRA. SELVA PEREDA	
Por semana	Por cuatrimestre	Por semana	Por cuatrimestre				
4	64	4	64				
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES							
FUERTES				DEBILES			
Termodinámica Qca. para Ingenieros (6479)				Termodinámica Qca. para Ingenieros (6479)			
Transferencia de Calor y Masa (6463)				Transferencia de Calor y Masa (6463)			
<p><u>DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS</u></p> <p>Se define como procesos de separación aquellas operaciones que transforman una mezcla de sustancias en dos o más productos que difieren en composición. El ingeniero químico que tenga que separar los componentes de una solución, generalmente tendrá que escoger entre varios métodos posibles. Aún cuando la elección está usualmente limitada por las características físicas particulares de los materiales con los que se va a trabajar, casi siempre existe la necesidad de tomar una decisión. Se tendrá que escoger entre una operación de transferencia de masa o un método de separación puramente mecánico. En cualquier caso la base principal para la elección es el costo: el método que resulte más barato es el que se utilizará.</p> <p>Es objetivo de esta materia proporcionar al estudiante las herramientas fundamentales vinculadas a la selección, comportamiento y cálculo de los procesos de separación basados en operaciones de transferencia de masa.</p>							
<p><u>PROGRAMA SINTÉTICO</u></p> <p>Capítulo I: Introducción a los Procesos de Separación Capítulo II: Modelado Termodinámico del Equilibrio líquido – vapor Capítulo III: Separaciones Vapor - Líquido basadas en el Equilibrio entre Fases Capítulo IV: Destilación Binaria en Etapas Múltiples Capítulo V: Destilación de Mezclas Multicomponentes Capítulo VI: Destilación Discontinua Capítulo VII: Operaciones Unitarias de Extracción, Desorción y Absorción Capítulo VIII: Procesos de Separación Fluido-Fluido en Equipos de Contacto Continuo Capítulo IX: Procesos de Separación con Membranas Capítulo X: Procesos de Separación por Adsorción.</p>							
VIGENCIA AÑOS							

DEPARTAMENTO DE: **INGENIERIA QUIMICA****PROGRAMA DE:**
PROCESOS DE SEPARACIÓN

CODIGO: 6274

AREA UNICA

PROGRAMA ANALÍTICO**Capítulo I: Introducción a los Procesos de Separación**

Definición de procesos de separación. Aplicaciones. Significado económico. Agentes de separación. Factor de separación. Selectividad. Clasificación de procesos de separación. Relación entre procesos de separación y propiedades moleculares. Selección de procesos de separación. Síntesis de procesos de separación.

Capítulo II: Modelado Termodinámico del Equilibrio Líquido-Vapor

Bases de datos y predicción de propiedades en Ingeniería de Procesos. Clasificación de propiedades. Propiedades dependientes de la presión de vapor. Curva de equilibrio vapor - líquido para una sustancia pura. Punto triple y región supercrítica. Regla de las fases. Diagramas de equilibrio TXY a P constante y PXY a T constante para mezclas binarias. Ecuación de Antoine. Modelado termodinámico y simulación de procesos de separación. Ecuaciones de estado de Van der Waals y modificaciones de Redlich-Kwong y Soave. Parámetros críticos y factor acéntrico. Criterio de isofugacidad para el equilibrio vapor - líquido. Cálculo de equilibrio vapor - líquido en soluciones ideales. Diagramas TXY y PXY para mezclas binarias. Caso de volatilidad relativa constante. Cálculos de la relación de equilibrio entre fases a partir del cálculo de coeficientes de fugacidad o coeficientes de actividad. Modelos de coeficientes de actividad: Flory y Soluciones Regulares. Clasificación de moléculas y selección de modelos termodinámicos. Temperaturas de burbuja y rocío en mezclas binarias y multicomponentes.

Capítulo III: Separaciones Vapor-Líquido basadas en el Equilibrio entre Fases

Separación flash (instantánea) de una mezcla de líquido - vapor. Descripción del proceso continuo y control en estado estacionario. Grados de libertad y especificación. Ecuaciones de balances de masa, de componentes, de energía, equilibrio termodinámico. Regla de especificación de Hanson. Destilación simple de una etapa en equilibrio. Cálculos flash a presión y temperatura de operación prefijados para una alimentación de caudal y composición conocidos. Cálculos flash adiabáticos, o con especificaciones de la separación: 1) recuperación de un componente, 2) fracción vaporizada de la alimentación. Etapa simple de equilibrio binaria. Línea de operación para una dada relación líquido / vapor. Relación entre recuperación de un producto y composición. Flash isoentálpico binario. Diagrama entalpía -composición (Ponchon- Savarit).

Capítulo IV: Destilación Binaria en Etapas Múltiples

Problema recuperación vs. composición. Columna de despojo de etapas (platos) múltiples. Contacto en contracorriente del líquido y vapor. Balances de materia y relación de equilibrio. Línea de operación en contracorriente. Mínimo caudal de vapor. Relación entre composiciones extremas bajo condiciones de vaporización total. Ecuación de Fenske para columnas de despojo o agotamiento. Limitaciones en la recuperación de las columnas de despojo y en la composición del destilado. Columna de fraccionamiento.

Efecto del reflujo y de las etapas de rectificación por encima de la alimentación. Especificación de una columna de destilación binaria. Regla de Hanson. Especificaciones en modo control, diseño y simulación. Balances de materia y energía en columnas de destilación. Líneas de operación de despojo y rectificación. Balance de entalpía. Variación de flujos de líquido y vapor en la columna por restricciones energéticas. Diseño de una columna de destilación fraccionada. Hipótesis de flujos molares constantes. Línea "q" para ubicación del punto de alimentación. Plato de alimentación óptimo. Estado térmico de la alimentación. Columna con alimentaciones y extracciones laterales. Operación a reflujo total: ecuación de Fenske para el número mínimo de Platos. Reflujo mínimo. Método de Jenny para la determinación de reflujo mínimo en mezclas binarias. Concepto de sección infinita.

DEPARTAMENTO DE: **INGENIERIA QUIMICA****PROGRAMA DE:**
PROCESOS DE SEPARACIÓN

CODIGO: 6274

AREA UNICA

Capítulo V: Destilación de mezclas Multicomponentes

Balances de materia y energía para columnas multicomponentes. Solución de los sistemas de ecuaciones algebraicas no lineales MESH (Masa, Equilibrio, Sumatoria de composiciones y Entalpía). Agrupar por tipo de ecuaciones a) método del punto de burbuja o de suma de caudales y b) por plato (Método de Naphtali- Sandholm) de iteración Newton-Raphson. Método de la Matriz Tridiagonal (Friday y Smith, Wang y Henke).

Método θ de Holland. Destilación multicomponente asistida por computadora. Estrategia de simulación de procesos. Ajuste de modelos termodinámicos al proceso de destilación. Localización de la sensibilidad termodinámica. Diseño aproximado. Método de Underwood para cálculo del reflujo mínimo. Extensión de la ecuación de Fenske a multicomponentes. Correlaciones de Gilliland y Erbar Maddox para cálculo del número real de etapas. Destilación azeotrópica y extractiva.

Capítulo VI: Destilación Discontinua

Destilación discontinua simple. Ecuación de Raleigh. Destilación de multicomponentes. Destilación discontinua de etapas múltiples. Operación a reflujo constante o destilado de composición constante (reflujo variable). Método gráfico. Soluciones analíticas aproximadas.

Capítulo VII: Operaciones Unitarias de Extracción, Desorción y Absorción

Extracción Líquido-Líquido. Ejemplos y aplicaciones. Esquema de una etapa simple de extracción. Equilibrio líquido-líquido. Coeficiente de distribución o de reparto. Cálculo a partir de coeficientes de actividad. Regla de las fases. Sistemas de equilibrio líquido - líquido ternario. Líneas de unión. Solutropía. Cálculo gráfico en extracción líquido-líquido. Sistemas totalmente inmiscibles con relación de equilibrio lineal. Método gráfico. Separación con etapas múltiples. Disposición en flujo cruzado. Relación entre número de etapas, alimentación, solvente y eficiencia de recuperación. Operación en contracorriente por etapas múltiples. Línea de operación. Caudal mínimo de solvente. Factor de extracción. Cálculo gráfico del número de etapas. Caso de caudales variables en sistemas concentrados. Ecuación analítica de Kremser para sistemas diluidos. Relación entre factor de extracción y recuperación. Extensión de la metodología de la extracción líquido-líquido a operaciones de absorción y de desorción. Factor de despojo y Factor de absorción.

Capítulo VIII: Procesos de Separación Fluido-Fluido en Equipos de Contacto Continuo

Transferencia de Masa entre Fases. Ley de Fick. Ley de Fick con término convectivo. Teoría de las películas. Coeficientes de transferencia de masa peliculares. Correlaciones adimensionales: número de Sherwood en función del número de Schmidt y de Reynolds para distintas disposiciones geométricas. Analogía de Colburn. Resistencias en serie a la transferencia de masa. Condición de equilibrio en la interfase. Coeficiente global de transferencia de materia. Cálculo de columnas rellenas. Hipótesis de funcionamiento en flujo pistón. Ecuación de diseño de columnas rellenas. Número de unidades de transferencia de masa. Altura de la unidad de transferencia de masa. Altura global de la unidad de transferencia y su relación con el Factor de Absorción. Correlaciones adimensionales. Control del lado del líquido o del lado del gas a la transferencia de masa. Ecuación de Colburn para el cálculo analítico de operaciones de absorción, extracción o desorción en columnas rellenas.

Destilación de sistemas binarios en columnas rellenas. Absorción de multicomponentes: selección de una base para definir las composiciones. Definición del factor de absorción. Método aproximado. Tratamiento para soluciones diluidas. Tratamiento para soluciones concentradas.

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

DEPARTAMENTO DE: **INGENIERIA QUIMICA****PROGRAMA DE:****PROCESOS DE SEPARACIÓN**

CODIGO: 6274

AREA UNICA

Capítulo IX - Procesos de Separación con Membranas

Materiales para membranas. Módulos. Membranas porosas. Flujo convectivo. Membranas no porosas. Transporte de masa por solución-difusión para líquidos y gases. Patrones de flujo en un separador. Cascada de separadores con reciclo en contracorriente. Polarización por concentración. Diálisis y electrodiálisis. Osmosis inversa. Permeación gaseosa. Pervaporación. Ultrafiltración.

Capítulo X: Procesos de Separación por Adsorción

Adsorbentes industriales. Isotermas de adsorción. Balances de Materia en adsorbedores. Curvas de respuesta. Cálculo de la longitud del lecho. Procesos cíclicos de separación de gases: ciclos de temperatura (TSA) y ciclos de presión (PSA).

BIBLIOGRAFÍA

Henley, E.J. and Seader, J.D., "Separation Process Principles", Ed. Wiley & Sons Inc., 2016.

King, C.I. "Separation Processes", Ed. McGraw Hill, 1980.

Maddox and Hinnes, "Mass Transfer: Fundamentals and Applications", Prentice Hall, 1984.

Sattler K. y Feindt H., "Thermal Separation Processes: principles and design", VCH, 1995.

Rose L.M., "Distillation Design in Practice", Elsevier, 1985.

Sattler K. y Feindt H., "Thermal Separation Processes: principles and design", VCH, 1995.

AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)
V I S A D O			
COORDINADOR AREA		SECRETARIO ACADEMICO	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO
--		DRA. DIANA CONSTELA	DR. MARCELO VILLAR
FECHA	FECHA:	FECHA	

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Los alumnos deben aprobar dos exámenes parciales y un proyecto que se realiza en grupos de dos o tres alumnos. Solamente puede desaprobarse uno de los parciales. El parcial desaprobado puede rendirse en una segunda oportunidad en un examen recuperatorio. Los alumnos que opten por promocionar la asignatura deben obtener una calificación de al menos 60/100 en ambos exámenes parciales (o en un parcial y el recuperatorio), y en un tercer examen que cubre los últimos temas de la asignatura.

PRACTICAS EN GABINETE / LABORATORIO /CAMPO

Esta asignatura no tiene actividades de laboratorio. Todos los proyectos desarrollados por los alumnos como requisito de cursado de la materia, requieren el uso de software instalado en las máquinas del Centro de Cómputos del Departamento de Ingeniería. El uso de simulador de procesos de separación se evalúa en dicho Centro de forma individual.

ACTIVIDADES DIRIGIDAS A DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA

Los alumnos deben desarrollar un proyecto como condición de cursado. El proyecto varía cada año; es de tipo teórico, y se diseña de manera que los alumnos apliquen lo aprendido en el curso a un problema más complejo que los usuales de una guía de problemas o de un examen. Involucra búsqueda de información, programación y/o uso de programas específicos de simulación de procesos de separación. Este proyecto se realiza en grupos de dos o tres alumnos, y sus resultados deben presentarse en forma de informe escrito. El contenido del informe es defendido oralmente por los estudiantes frente a miembros de la cátedra.

VIAJES DE ESTUDIO

Esta asignatura no contempla viajes de estudio

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA

Las clases teóricas son en su mayoría del tipo tradicional de conferencia, haciendo uso de medios audiovisuales y pizarra. Las proyecciones permiten presentar diagramas complejos, fotografías de equipamiento industrial, o resúmenes de temas. Las películas, de pocos minutos de duración, ilustran el funcionamiento de equipos o muestran experimentos cuya realización es imposible en el aula, como los que requieren presiones y temperaturas extremas. Todo el material multimedia presentado en clase está a disposición de los alumnos en la página Web de la cátedra, residente en los servidores de la Universidad. Al finalizar cada clase, se eligen tres alumnos para iniciar discusiones del capítulo en curso al inicio de la clase siguiente. De esta manera, media hora de cada clase está invertida y son los alumnos que definen las temáticas a profundizar o repasar en caso de no haberse entendido en clases anterior.

AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)
V I S A D O			
COORDINADOR AREA		SECRETARIO ACADEMICO	
--		DR. DIANA CONSTELA	
DR. MARCELO VILLAR			
FECHA	FECHA:	FECHA	