Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingenieria de Procesos
Area: Procesos Físicos

(Programa del año 2012)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 28/05/2012 12:03:24)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias III	Ing. Química	6/97-2/03	2012	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
HINTERMEYER, BLANCA HAYDEE	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
MIRO, SILVIA MARCELA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
RODRIGUEZ, ROBERTO GUILLERMO	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
55 Hs	5 Hs	4 Hs	1 Hs	10 Hs

Tipificación	Periodo
E - Teoria con prácticas de aula, laboratorio y campo	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
14/03/2012	22/06/2012	15	150

IV - Fundamentación

La Ingeniería Química tiene por objetivo concebir, calcular, proyectar, hacer construir y lograr que funcionen eficazmente los distintos equipos e instalaciones destinadas a preparar los reaccionantes, hacer que éstos reaccionen y separar los productos resultantes de las reacciones químicas. En la práctica, siempre estas tres etapas generales implican transferencia de materia entre fases. Una parte importante de las Operaciones Unitarias en Ingeniería Química son las denominadas operaciones de separación que están relacionadas por el hecho de que todas ellas implican transferencia de materia entre fases distintas. Éstas tienen por objetivo la separación de los componentes o grupos de componentes de una mezcla originalmente homogénea, haciendo posible el paso de alguno o algunos de ellos a una segunda fase con la que aquélla se pone en contacto. Esta segunda fase puede formarse a partir de la primera cambiando las condiciones de presión y temperatura o estar constituida por una nueva sustancia ajena a la mezcla o fase original.
En este curso nos centraremos en las separaciones que pueden analizarse como procesos en etapa de equilibrio.
En la industria química, en general, el porcentaje de capital invertido en instalaciones para el desarrollo de las operaciones de separación es muy elevado, llegando a alcanzar un 60 a 70 por ciento en la industria del petróleo. Por lo tanto, el estudio de la transferencia de materia y el de las operaciones unitarias que se basan en ella, afecta al equipo más costoso de la moderna industria química.
Al concluir el desarrollo del curso se espera que el alumno reconozca los equipos de transferencia de materia y de transferencia simultánea de energía y materia empleados en la industria de procesos, que sea capaz de seleccionarlos, verificarlos, diseñarlos y optimizarlos, y que reconozca las variables involucradas en cada operación. Ello basándose en

pautas de eficacia, seguridad y economía.
La asignatura Operaciones Unitarias III se ubica en el área temática Profesional Específica, en la cual se desarrollan los conocimientos fundamentales que identifican el perfil profesional del Ingeniero Químico.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Aplicar los principios de las Operaciones Unitarias para el diseño de equipos de transferencia de materia. Diseño de Operaciones Unitarias basadas en el equilibrio.
Analizar equipos de contacto continuo (columnas empacadas)
Analizar equipos de contacto discreto (por etapas)
Analizar y dimensionar columnas para absorción de un solo componente en columnas empacadas o por etapas para sistemas isotérmicos y no isotérmicos
Analizar y dimensional equipos para humidificación
Analizar y dimensionar columnas de destilación para sistemas binario y multicomponentes, tipo flash, batch y continua
Analizar y dimensionar equipos para la extracción líquido-líquido de un solo componente
Analizar y dimensionar equipos para la extracción sólido-líquido de un solo componente
Analizar y dimensional equipos para el secado

VI - Contenidos

Programa Analítico

Unidad 1.- Introducción a las Operaciones de Transferencia de Materia.
Operaciones Unitarias de Transferencia de Materia, campos de aplicación, importancia económica. Fundamentos de la transferencia de materia por etapas de equilibrio. Equilibrio entre fases. Operación, alimentación, agente de separación, productos. Arreglos de fases. Tipos de etapas: mezcla, contracorriente, cocorriente, flujos cruzados. Factor de separación (inherente y global). Factor y eficiencia de la separación. Revisión de Conceptos fundamentales: Balance de materia, Balance de energía y Equilibrio. Resolución de problemas.

Unidad 2.- Absorción
Caracterización de la absorción. Planteo del problema. Solubilidad de gases en líquidos en el equilibrio. Soluciones líquidas ideales y no ideales. Elección del solvente. Factor de absorción. Absorción y desorción. Tipos de equipos de contacto gas-líquido y su selección. Torres de platos. Torres rellenas Tipos de relleno. Pérdida de carga de la torre. Cálculo del diámetro y altura de la columna. Cálculo de unidades de transferencia. Concepto de eficiencia. Número de etapas teóricas y reales. Soluciones diluidas. Absorción en régimen no isotérmico, esquema de cálculo riguroso, simplificaciones usuales. Resolución de problemas.

Unidad 3.- Humidificación
Principios de la operación. Aplicaciones industriales. Psicrometría. Diagramas. Temperatura de bulbo húmedo. Relación de Lewis. Sistema aire-agua. Operaciones Adiabáticas. Transferencia simultánea de energía y materia. Enfriamiento de agua con aire. Evolución de la temperatura del gas en equipos de humidificacion y dehumidificación. Equipos. Torres de enfriamiento. Resolución de problemas

Unidad 4.- Destilación
Introducción. Campo de aplicación. Equilibrio líquido-vapor: sistemas ideales y no ideales, binarios y multicomponentes. Punto de burbuja. Punto de rocío. Volatilidad relativa. Diagrama Entalpía – Concentración (H-x-y).

Destilación en una etapa. Destilación flash de sistemas binarios y multicomponentes. Selección de condiciones de operación. Equipos utilizados. Resolución de problemas

Destilación diferencial. Destilación discontinua en sistemas binarios, Ecuación de Rayleigh. Resolución de problemas

Destilación continua en sistemas binarios. Descripción de los equipos usuales. Cálculo del número de etapas ideales:

esquema general de cálculo. Cálculo del número de etapas teóricas: Método riguroso de Ponchon – Savarit y Método aproximado de Mc Cabe – Thiele. Concepto de relación de reflujo mínima y de número mínimo de etapas. Ubicación de la bandeja de alimentación, reflujo óptimo. Variantes: condensador total, parcial, uso de vapor vivo, corrientes de alimentación y extracciones laterales múltiples. Resolución de problemas.

Destilación continua en sistemas múltiples. Esquema de cálculo.Clave liviano y clave pesado. Métodos aproximados.

Unidad 5.- Extracción Líquido-Líquido Principios teóricos en los que se basa la operación. Campo de aplicación. Información de equilibrio. Diagramas ternarios. Diagrama de Janecke. Criterio en la selección del solvente. Operación en etapa única. Análisis usando diagramas triangulares y libre de solvente. Límites de operación. Operación en etapas múltiples: corriente cruzada, contracorriente sin y con reflujo. Resolución utilizando diagramas triangular y libre de solvente. Condiciones límites en cada caso. Contacto continuo. Equipos. Resolución de problemas.

Unidad 6.- Extracción Líquido-Sólido Principios de la operación . Equilibrio líquido-sólido. Casos específicos. Campo de aplicación. Elección del solvente. Métodos de operación y cálculo. Etapa única. Multietapas, corrientes cruzadas, contracorriente. Equipos. Resolución de problemas.

Unidad 7.- Secado

Principios de la operación. Curva de equilibrio. Ensayos de secado. Curva de secado. Velocidad y mecanismo de secado por lotes. Movimiento de la humedad dentro del sólido; mecanismos: difusión del líquido y movimiento capilar.
Cálculo del tiempo de secado. Secado por circulación tangencial y transversal. Secado continuo.Secado a alta y baja temperatura. Resolución de problemas

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los problemas que se plantean en los trabajos prácticos de aula, hacen hincapié en una comprensión básica de los conceptos que gobiernan la selección, comportamiento y cálculo de los procesos de separación basados en transferencia de materia y en transferencia simultánea de energía y materia.
Algunos problemas son del tipo de discusión cualitativa: sirven para ampliar la comprensión del estudiante de los conceptos básicos e incrementar la capacidad de interpretar y analizar nuevas situaciones con éxito.
La mayoría de problemas están basados en procesos reales específicos y en situaciones de procesado reales.
Los Trabajos Prácticos de la asignatura consistirán:
- En la resolución de problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas.Se usara software apropiado en los casos que se requiera.
- Realización de los siguientes trabajos prácticos de laboratorio:
Determinación de las características piscrométricas del aire
Puesta en funcionamiento de la torre de enfriamiento y determinación de las condiciones de operacion.
Construcción de una curva de secado

-Realización de visitas a plantas industriales (de existir disponibilidad económica

VIII - Regimen de Aprobación

De acuerdo a la reglamentación vigente (Ord. C.S. 13/03 y complementarias)

Régimen para Alumnos Regulares

Asistencia al 80% de las clases de Trabajos Práctico

Aprobación de los cuestionarios que se tomen antes de comenzar las clases de trabajos prácticos. Se podrá recuperar hasta tres cuestionarios no aprobados antes de cada parcial. Los que no fueran aprobados serán considerados como ausente a la clase de Trabajos Prácticos.

El alumno al comenzar las clases de trabajos prácticos deberá presentar el o los diagrama/s de equilibrio a usar en la resolución de los problemas a desarrollar en la misma. El incumplimiento será considerado como inasistencia dado que los mismos sin indispensables para la resolución de los problemas. Al alumno se le comunicara con anticipación cuales problemas se resolveran en el trabajo práctico.

Registrar los problemas en una carpeta donde el alumno asentará la metodología y resultados de los problemas resueltos en las clases de trabajos prácticos.

Aprobación del 100% de las entregas de los problemas de las clases de trabajos prácticos que se requiera. Se podrá recuperar hasta tres entregas no aprobadas antes de cada parcial.

Aprobación de tres evaluaciones, las que tendrán su correspondiente recuperación.

Para aquel alumno que haya certificado su condición de alumno de acuerdo al Régimen Especial de Actividades Académicas (Ord. C.S. 26/97 y 15/00) podrá utilizar el parcial que le corresponde por su condición, para recuperar cualquiera de los tres parciales.

Realización de los trabajos prácticos de laboratorio y aprobación de los correspondientes informes*.

Realización de visitas a plantas industriales y aprobación del correspondiente informe (de existir disponibilidad económica)*.

Aprobación de una de las siguientes actividades por las que el alumno deberá optar: realizar una búsqueda bibliográfica sobre fabricantes de equipos (catálogos)utilizados en las operaciones unitarias estudiadas. Presentando un informe y realizando una breve exposición del mismo
ó
lectura de un artículo referido a temas de la asignatura que le será proporcionado y realizar una breve exposición del mismo.
La actividad elegida será presentada y expuesta en la última semana del mes de mayo.

* Aclaración: el alumno que falte a alguna de estas actividades debe presentar en las 24 horas posteriores el certificado de enfermedad autenticado por el personal médico de Binestar Universitario.

Examen Final para Alumnos Regulares

Constará de una parte práctica (escrita), que consistirá en la resolución de un problema de los temas del Programa Analítico (que incluyen resolución de problemas),cuya aprobación será imprescindible para acceder a la evaluación oral.La misma consistirá en la exposición de las Unidades de Examen sorteadas(dos), correspondientes al Programa de Examen.

Régimen para Alumnos Libres
Realización de los trabajos prácticos de laboratorio y aprobación de los correspondientes informes. Para la realización de los mismos deberá el alumno preveer realizarlos al menos quince días antes de la fecha del examen.
La evaluación escrita consistirá en la resolución de problemas de los temas del Programa Analítico, cuya aprobación será imprescindible para acceder a la evaluación oral. La misma consistirá en la exposición de las Unidades de Examen sorteadas (dos), correspondientes al Programa de Examen.

Los criterios de corrección que se fijan para las distintas actividades son los siguientes:
- Manejo de conceptos y formulación del planteo del problema o la actividad
- Manejo de unidades
- Manejo de información
- Calculo numérico y/o analítico según corresponda
- Capacidad de producción escrita. Organización de la actividad y presentación general

Programa de Examen
Unidad de Examen 1.- Corresponde a las Unidades 2 y 1
Unidad de Examen 2.- Corresponde a las Unidades 3 y 1
Unidad de Examen 3.- Corresponde a las Unidades 4 y 1
Unidad de Examen 4.- Corresponde a las Unidades 5 y 1
Unidad de Examen 5.- Corresponde a las Unidades 6 y 1
Unidad de Examen 6.- Corresponde a las Unidades 7 y 1

IX - Bibliografía Básica

[1] Treybal Robert, Operaciones de Transferencia de Masa, Mc Graw – Hill, 1980. Ejemplares disponibles ocho.
[2] King C. J., Procesos de Separación, Editorial Reverté, 1980. Ejemplares disponibles dos.
[3] Henley Ernest y Seader J.. Equilibrium-Stage Separation Operations in Chemical Engineering 2e, Editorial John Wiley & Sons, 1998. Ejemplares disponibles ocho.
[4] Wankat P, Ingeniería de procesos de Separación, Editorial Prentice Hall(edicion segunda), 2008. Ejemplares disponibles tres.
[5] Perry Robert Edición 5e, 6e ó 7e, Manual del Ingeniero Químico, Editorial Mc Graw – Hill. Ejemplares disponible doce.

X - Bibliografia Complementaria

[1] Schweitzer P , Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers 3e, Editorial Mc Graw- Hill, 1996. Un ejemplar.
[2] Kister Henry, Distillation Design Editorial Mc Graw Hill, 1992. Un ejemplar.
[3] Holland Charles, Fundamentos de destilación de mezclas multicomponentes 3e, Editorial LIMUSA, 1988. Ejemplares disponibles dos.
[4] Van Winkle M, Distillation, Editorial Mc Graw Hill. Un ejemplar.
[5] Sherwood Thomas, Pigford Robert y Wilke Charles, Transferencia de masa, 1979. Ejemplares disponibles tres.
[6] Foust A. y otros, Principios de Operaciones Unitarias, Editorial John Wiley, 1961. Ejemplares disponibles cuatro.
[7] Costa Novella E y otros, Ingeniería Química - 5 Transferencia de materia. 1ra Parte, Editorial Alhambra, 1988. Un ejemplar.
[8] Ruthven Douglas (Editor) - Kirk-Othmer Encyclopedia-, Encyclopedia of Separation, Editorial John Wiley and Sons, 1997. Un ejemplar
[9] Marcilla Gomis A., Introducción a las Operaciones de Separación Contacto Continuo, Editorial Textos Univeristarios, 1999. Ejemplar disponible en la asignatura
[10] Marcilla Gomis A., Introducción a las Operaciones de Separación Cálculo por etapas de equilibrio, Editorial Textos Universitarios, 1998. Ejemplar disponible en la asignatura
[11] Martínez de la Cuesta P.J., Operaciones de Separación en Ingeniería Química. Métodos de Cálculo, Editorial Prentice Hall,2004. Ejemplar disponible en la bilioteca.
[12] Smith J. y Van Ness H., Introducción a la Termodinamica en geniería Química (5e), Editorial Mc Graw Hill. Ejemplares disponibles siete
[13] Ludwig E., Aplied process design for chemical and petrochemical plants, Editorial Houston Gulf Pub, 1984. Un ejemplar

XI - Resumen de Objetivos

Al concluir el desarrollo del curso se espera que el alumno reconozca los equipos de transferencia de materia y transferencia simultánea de energía y materia empleados en la industria de procesos, que sea capaz de seleccionarlos, verificarlos, diseñarlos y optimizarlos, y que reconozca las variables involucradas en cada operación. Ello basándose en pautas de eficacia, seguridad,economía y respeto del medio ambiente.
La asignatura Operaciones Unitarias III se ubica en el área temática Profesional Específica, en la cual se desarrollan los conocimientos fundamentales que identifican el perfil profesional del Ingeniero Químico.

XII - Resumen del Programa

Unidad 1.- Introducción a las Operaciones de Transferencia de Materia

Unidad 2.- Absorción

Unidad 3.- Humidificación

Unidad 4.- Destilación

Unidad 5.- Extracción Líquido-Líquido

Unidad 6.- Extracción Líquido-Sólido

Unidad 7.- Secado

XIII - Imprevistos

XIV - Otros

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	