

Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

SALTA, 17 MAYO 2017

00194

Expediente N° 14.326/06

VISTO la Nota N° 0922/17 mediante la cual el Ing. Antonio BONOMO, Responsable de Cátedra en la asignatura "Operaciones Unitarias II" de Ingeniería Química, eleva –para su aprobación- el nuevo Programa de la materia, y

CONSIDERANDO:

Que la Escuela de Ingeniería Química, previa intervención de su Comisión de Adscripciones y Reglamentos, aconseja aprobar el Programa presentado, por ajustarse a los contenidos mínimos exigidos por el Plan de Estudios vigente.


Que el Artículo 113 del Estatuto de la Universidad, al enumerar los deberes y atribuciones del Consejo Directivo, en su Inciso 8. incluye el de "*aprobar los programas analíticos y la reglamentación sobre régimen de regularidad y promoción propuesta por los módulos académicos*".

Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 77/2017,

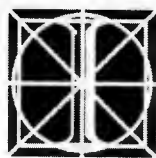
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su V Sesión Ordinaria, celebrada el 10 de mayo 2017)

RESUELVE:

 ARTÍCULO 1º.- Aprobar, con vigencia al Período Lectivo 2017, el Programa de la Asignatura "Operaciones Unitarias II" de Ingeniería Química que, como Anexo, forma parte integrante de la presente Resolución.


 ARTÍCULO 2º.- Hacer saber, comunicar a Secretaría Académica de la Facultad; al Ing.



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Expediente N° 14.326/06

Antonio BONOMO, en su carácter de Responsable de Cátedra; a la Escuela de Ingeniería Química; a la Dirección de Alumnos; al Departamento Docencia y girar los obrados a la Dirección General Administrativa Académica para su toma de razón y demás efectos.

RESOLUCIÓN FI **00194** -CD- **2017**.

DRA. ANALIA IRMA ROMERO
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

Programa Asignatura: Operaciones Unitarias II

Año: 2017

Docentes: Prof Titular DE. Ing. Antonio Bonomo

JTP D.E. Ing. Silvia Zamora

Presentación:

La definición oficial de Ingeniería Química, del "Instituto Americano de Ingeniería Química", ("American Institute of Chemical Engineers"): "Ingeniería Química es la aplicación de los principios de las ciencias Físicas y Químicas conjuntamente con principios de Relaciones Humanas y Económicos, a los campos que pertenecen directamente a procesos y equipos de procesos, en los cuales la materia es tratada para efectuarle cambios de estado, contenido de energía o composición." Con esta definición podemos entender que lugar ocupan las Operaciones Unitarias en la Ingeniería Química, ya que, las Operaciones Unitarias, tienen como objetivo modificar las condiciones de una determinada unidad de masa para conseguir una finalidad. Esta modificación se puede conseguir:

- a) Modificando su masa o composición.
- b) Modificando su nivel o cantidad de energía.
- c) Modificando la cantidad de movimiento, velocidad.

En esta materia, Operaciones Unitarias II, nos ocuparemos, básicamente de las transformaciones a) y b), estas modificaciones se llevan a cabo en equipos de procesos los que serán nuestro objeto de estudio.

Propósitos:

Aprender la metodología general para el dimensionamiento de los equipos de las industrias de proceso, conociendo con mayor detalle algunos casos de uso más frecuente y lograr el entendimiento y la capacidad de razonamiento para su aplicación a situaciones no tratadas o nuevas.

Para lograr esto se planteará la metodología de dimensionamiento de las magnitudes características: espaciales o temporales, de los equipos utilizados para procesar sistemas materiales, basándose en el conocimiento de la cinética de los fenómenos que en ellos ocurren y en las ecuaciones de cambio convenientemente elaboradas para cada sistema.

Se desarrollará para cada clase de equipo (continuos de cambio continuo, continuos de cambio discreto y discontinuos de cambio continuo) para luego ser aplicada a los equipos más utilizados de cada clase.

Llegar hasta los detalles constructivos y de ingeniería general o simplemente hasta el dimensionamiento. Se analizarán las variables de operación y su sensibilidad a los cambios.

Como herramienta de cálculo emplearemos software, como Mathcad, que permite, de una manera simple y rápida, resolver y analizar este tipo de problemática.

Contenido

Unidad 1:

Tanto en el diseño de un sistema de proceso como así también en el de unidades de proceso, el Ingeniero Químico utiliza como herramienta fundamental el **análisis de proceso**, esto involucra descripción de situaciones fisicoquímicas generales en términos matemáticos, formulación de modelos generales, basados sobre el entendimiento de la velocidad de los cambios fisicoquímicos que experimentan las sustancias, y expresados cuantitativamente en términos de las velocidades de los procesos de transporte, de transferencia y de reacción química, para luego manipular los modelos generales para describir una situación fisicoquímica dada en un equipo de proceso- modelado de una unidad de proceso.

Como usaremos una herramienta informática, el software Mathcad, para los cálculos, se dará una introducción en su uso.

Temas vinculados:

Dimensionamiento de equipos

Problema general de dimensionamiento de equipos. Definición de equipos de operación y proceso. Clasificación de los equipos: equipos continuos de cambio continuo, equipos continuos de cambio discreto de acción finita y de acción infinita o equilibrio, equipos discontinuos de cambio continuo. Aplicación de las ecuaciones de cambio en la deducción de las ecuaciones de dimensionamiento de equipos.

Unidad 2:

Las operaciones unitarias que pueden modificar el contenido energético de un sistema son las que involucran transferencia de calor. Esto corresponde a los sistemas en donde se produce una transferencia de energía térmica, con o sin cambio de fase, por ejemplo el intercambio de calor entre dos fluidos. Este intercambio energético se lleva a cabo en distintos equipos utilizados para este fin.

Temas vinculados:

Descripción Técnica de equipos para transferencia de calor.

Intercambiadores de calor. Diferentes formas de clasificación.

Intercambiadores de tubo concéntrico. Características mecánicas. Usos. Intercambiadores de carcasa y tubos. Características mecánicas-normas TEMA.

Aplicaciones recomendadas según el tipo de carcasa. Intercambiadores de flujo cruzado. Intercambiadores de marcos y platos. Aeroenfriadores.

Dimensionamiento de equipos para transferencia de calor.

Diferencia de temperatura. Ecuación de dimensionamiento y de diseño. El coeficiente global de transferencia de calor. Factor de ensuciamiento. Variables de diseño. Perdidas de carga en tuberías y tuberías de anulo. Diseño de intercambiadores de tubos concéntricos. Intercambiadores multitubulares tipo 1:1, ventajas y desventajas. El empleo de baffles transversales y longitudinales. Arreglo de los tubos. Pérdida de carga en las carcasas. Diseño de intercambiadores multitubulares por aplicación del método de Kern.

Procedimiento de verificación de la operatividad de intercambiadores de calor, datos necesarios, interpretación de los resultados, conversión de los datos de prueba a las condiciones de diseño. Algunas fuentes de errores analíticos. Algunas razones que generan rendimiento inadecuado. Hoja de especificaciones.

Unidad 3:

En las operaciones unitarias de concentración térmica de soluciones hay una superposición de mecanismos de transferencia de energía y de materia. Primero el calor se transfiere del medio térmico a la solución y luego la masa y el calor se transfieren simultáneamente de la fase líquida al vapor. A este proceso de transferencia se aplican todas las ecuaciones de balance y equilibrio. En el proceso de evaporación, una solución se concentra cuando se consume el solvente. Generalmente el producto directo es una solución concentrada, a veces el solvente evaporado es el producto primario.

Temas vinculados:

Equipos empleados para la concentración térmica de soluciones.

Clasificación. Evaporadores de tubos horizontales. Evaporadores de tubos verticales cortos y largos. Evaporadores de circulación forzada. Características mecánicas. Usos recomendados. Métodos de alimentación en evaporadores de efecto múltiple. Ventajas y desventajas. Equipos auxiliares.

Diseño y dimensionamiento de evaporadores

Diseño y dimensionamiento de equipos para la concentración térmica de soluciones.

Parámetros que describen la operación de un evaporador (capacidad, economía y consumo de vapor). Transmisión de calor en los evaporadores. Efectos de la carga de líquido y de la fricción sobre la temperatura. Elevación del punto de ebullición. Cantidad de calor a transmitir. Caída de temperatura. Coeficientes de transmisión de calor y efecto de la caída aparente de temperatura sobre el coeficiente global de transferencia de calor. Diseño de un evaporador de simple efecto, calor de dilución despreciable. Elevación del punto de ebullición en múltiple

efecto. Dimensionamiento de un sistema de evaporación de múltiple efecto aplicación del método corto de Badger. Vacío optimo. Aprovechamiento del vapor desprendido (Recompresión mecánica y térmica). Consumo energético en equipos con y sin recompresión de vapor.

Unidad 4:

En la transferencia de masa, uno o más componentes son transferidos de una fase a otra. Trataremos la transferencia de masa mediante equipos que proporcionan un contacto continuo de las dos fases. Las fases en contacto serán una líquida y una gaseosa, transfiriéndose el componente de interés de la fase gaseosa a la líquida. Es necesario considerar la velocidad de transferencia y el área de contacto entre las fases. Se utilizarán conceptos de potencial y de resistencias en la transferencia de masa.

Temas vinculados:

Equipos basados en separaciones de equilibrio.

Clasificación de las diferentes operaciones de separación en función del agente energético y/o agente material empleado. Descripción mecánica de las columnas de absorción gas-líquido.

Transferencia de materia

Absorción de gases. Torres rellenas. Características generales. Materiales de relleno. Condiciones operativas en lechos rellenos: pérdida de carga, punto de carga y punto de inundación. Solventes de absorción: criterios de selección. Curvas de equilibrio. Líneas de operación. Cálculo del diámetro de la torre. Aplicación de las ecuaciones de dimensionamiento para el cálculo de la altura de la torre. Métodos: de los coeficientes peliculares, de los coeficientes globales, de altura de las unidades de transferencia, métodos aproximados.

Unidad 5:

Analizaremos la separación de componentes de una solución líquida (binaria, ternaria, etc.), suministrándole un agente energético de separación, y generando una segunda fase gaseosa más rica en el componente más volátil. Tendremos en cuenta la transferencia de materia regida por el equilibrio.

Temas vinculados:

Separación por transferencia de materia de interfase.

Regla de las fases. Determinación de la constante de equilibrio en sistemas multicomponentes gas-líquido: ley de Raoult, ley de Henry, volatilidad relativa, método MITK, método de la presión de convergencia. Determinación de las temperaturas de punto de burbuja y punto de rocío en mezclas multicomponentes: método Kb, aplicación del parámetro. Vaporización de equilibrio o vaporización flash, isotérmica y adiabática para sistemas multicomponentes. Dimensionamiento del recipiente de vaporización. Otras condiciones operativas.

Bibliografía

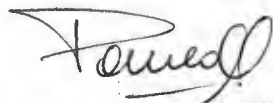
A la bibliografía existente en la hemeroteca de la Fac. de Ingeniería que es dada como elemento de consulta para los diferentes temas desarrollados en el programa propuesto, se deben agregar los apuntes elaborados por la cátedra y que se encuentran a disposición del alumno en el centro de estudiantes.

- 1) Análisis y simulación de Procesos, Himmelblau-Bischoff, Reverté, 1976- Cantidad = 4.
- 2) Heat Transfer, Lindon C. Thomas, PTR Prentice Hall New Jersey 1990.- Cantidad = 1.
- 3) Procesos de transferencia de calor, Kern D., CECSA, 1974.- Cantidad = 13.
- 4) Transferencia de calor en ingeniería de procesos, Cao Eduardo, Nueva Librería., 2006. - Cantidad = 11.
- 5) Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Frank P. Incropera-David P. DeWitt, John Wiley & Sons, 1990.- Cantidad = 1.
- 6) Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants, Ludwing D. A.- Vol I,II y III- Gulf, 1979.- Cantidad = 2.

- 7) Heat Exchanger Desing, Fraos Ozisik, Jhon Wiley & Sons. 1965- Cantidad = 1.
- 8) Handbook of Heat Applications, Rohsenow W. M., J. P. Hartnett, McGraw – Hill, 1985 - Cantidad = 1.
- 9) Transferencia de masa, Sherwood T. P.-Pigford R., Géminis, 1979.- Cantidad = 3.
- 10) Desing Gas Absorption Towers, Zenz F. A., Manhattan College, Chemical Engineering Nov 13, 1972.- Cantidad = 1.
- 11) Fundamentos de Destilación de Mezclas Multicomponente, Holland Charles, D., Limusa, Mexico, 1992.- Cantidad = 1.
- 12) Guía de la Cátedra: Introducción al empleo de Mathcad
El espacio de trabajo, regiones, definición de variables, cálculo de resultados, introducción de texto, cálculos iterativos. Gráficos. Inserción de matemática. Construcción de expresiones. Edición de expresiones. Estilos matemáticos. Definición y evaluación de variables. Definición y evaluación de funciones. Unidades y dimensiones. Matrices. Derivadas. Integrales. Resolución de EDO.



Ing. Antonio Bonomo
Prof. Titular DE



DRA. ANALIA IRMA ROMERO
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa



ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa