



PROGRAMA DE OPERACIONES UNITARIAS II

1.- Carrera/s: INGENIERIA QUIMICA - INGENIERIA EN INDUSTRIAS DE LA ALIMENTACION

2.- Año de Vigencia: 2009

3.- Carga Horaria: 105 horas

4.- Equipo de cátedra: Ing. Armando Asenjo Profesor Titular
Ing. Laura Lucero Auxiliar de Primera

5.- Objetivos generales:

- Adquirir los conocimientos básicos para el diseño de Operaciones en donde es necesario modificar la composición de soluciones y mezclas, mediante métodos que no impliquen reacciones químicas, basados principalmente en los fenómenos de transferencia de masa o transferencia de calor y masa en forma simultánea. Para ello es necesario:
- Adquirir solvencia en el planteo de los balances de materia y energía en estado estacionario aplicados al diseño de Operaciones Unitarias.
- Deducir ecuaciones de diseño para ser aplicadas al dimensionado de equipos, de acuerdo a las fases que se pongan en contacto.
- Aplicar los objetivos puntualizados a la resolución de problemas de destilación, absorción de gases, lixiviación, extracción, humidificación, secado y cristalización.
- Adquirir solvencia en el uso del simulador HY-SYS.

6.- Contenidos:

Unidad 1

Transferencia de Masa. Finalidad de las operaciones de transferencia de masa. Descripción general. Clasificación. Consideraciones generales de los pasos a seguir en el diseño de equipos. Procesos en equicorriente y contracorriente. Balance de materia. Línea de operación. Procesos en estado estacionario. Etapas.
Carga Horaria: 2 horas.



Unidad 2

Destilación. Definiciones. Equilibrios. Destilación de equilibrio cerrada (flash). Cálculos. Equipos. Destilación de equilibrio abierta (diferencial). Rectificación. Equipos. Método de Sorel y Lewis. Método de McCabe-Thiele. Método de Ponchón y Savarit. Cálculos. Balances de Entalpía en torres de rectificación: cálculos analíticos. Destilación de multicomponentes. Equilibrios. Componentes clave. Método de Lewis y Matheson. Método de Gilligan. Cálculos. Destilación por arrastre de vapor. Equipos. Destilación azeotrópica o extractiva. Equipos. Cálculos. Aplicación del simulador HYSYS a cálculos de destilación.

Carga Horaria: 8 horas.

Unidad 3

Destilación. Diseño hidráulico de la torre. Determinación del diámetro de la columna. Tipos de platos. Diseño de platos perforados. Diseño de platos con campana de burbujeo. Diseño del conducto de bajada de plato a plato. Diseño del conducto de salida de vapores de la torre. Eficacia. Cálculos.

Carga Horaria: 2 horas.

Unidad 4

Absorción de gases. Consideraciones generales. Equilibrios. Torres rellenas. Materiales de construcción. Características constructivas de las torres. Carga. Inundación. Cálculo del diámetro. Pérdida de presión. Cálculo de la altura de la columna. Concepto de HTU y NTU. Cálculos. Destilación en torres rellenas. Concepto de HETP. Cálculos.

Carga Horaria: 6 horas.

Unidad 5

Lixiviación. Consideraciones generales. Equilibrios. Equipos. Cálculo del número de etapas: retención constante y retención variable.

Carga Horaria: 2 horas.

Unidad 6

Extracción líquido-líquido. Consideraciones generales. Equilibrios. Diagramas triangulares. Diagrama de Ponchón y Savarit. Cálculo del número de etapas de contacto. Equipos. Procesos continuos. Concepto de HTU- Extracción continua en contracorriente con reflujo.

Carga Horaria: 3 horas.



Unidad 7

Humidificación. Consideraciones generales. Equilibrios. Definiciones. Temperatura de termómetro húmedo. Saturación adiabática. Diagrama psicrométrico. Humidificación. Deshumidificación. Equipos. Torres de enfriamiento de agua. Equipos. Cálculos.
Carga Horaria: 4 horas.

Unidad 8

Secado. Consideraciones generales. Equipos. Humedad de equilibrio. Humedad crítica. Cálculos de tiempo de secado. Curvas de velocidad de secado. Tipos de secaderos. Secaderos de bandejas. Secaderos de túnel. Secaderos rotativos. Cálculos.
Carga Horaria: 5 horas.

Unidad 9

Cristalización. Equipos. Equilibrios. Rendimientos. Balances de entalpía. Sobresaturación. Nucleación. Cálculo de equipos.
Carga Horaria: 3 horas.

7.- Bibliografía:

- McCabe, W.L., Smith, J.C., y Harriot, P., **Operaciones Unitarias en Ingeniería Química**, 4ta. ed., Madrid, España, Mc Graw-Hill, 1991.
- Perry, R.H., Gree, D.W., **Manual del Ingeniero Químico**, 6ta. ed., México, Mc Graw-Hill, 1992.
- Badger, W.L., Banchero, J.T., **Introducción a la Ingeniería Química**, México, Mc Graw-Hill, 1970.
- Treybal- **Operaciones de transferencia de Masa**.
- Vian, A., Ocon, J., **Elementos de Ingeniería Química**, Madrid, España, 5ta. ed., Aguilar, 1979.
- Ocon, J., Tojo, G., **Problemas de Ingeniería Química**, Tomo II, Madrid, España, Aguilar, 1977
- Coulson, J.M., Richardson, J.F. **Ingeniería Química**, 3era. ed., Reverté, 1979.

8.- Actividades Teóricas:

Ver detalle en ANEXO adjunto



9.- Actividades Prácticas:

Ver detalle en ANEXO adjunto

10.- Metodología de Enseñanza:

Desarrollo de los temas teóricos por parte del profesor, utilizando para la exposición de algunos temas presentaciones en Power Point, mientras que en otros se hará empleo de la pizarra. Las clases se plantean en un contexto de participación y trabajo grupal. Se dispone de material impreso y se orienta hacia el uso de otros recursos como la búsqueda en la web, en publicaciones especializadas y otra bibliografía de interés.

11.- Evaluación:

Durante el desarrollo del programa habrá una instancia de evaluación parcial a través de un examen escrito con recuperatorio en fecha prevista y acordada. La evaluación final se realizará por medio de un examen que constará de una parte escrita que incluye la resolución de problemas y una parte oral que abarca el desarrollo de fundamentos teóricos de la materia.

12.- Condiciones de regularidad:

Para la regularización de la materia es necesario: a) cumplir con el 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas, b) la aprobación del examen parcial, y c) aprobación de carpetas de trabajos prácticos con informes de problemas, prácticos de planta piloto e informes de visitas a instalaciones.

DETALLE DE CARGA HORARIA (Ver Detalle de Actividades en ANEXO)

DESARROLLO DE ACTIVIDADES TEORICAS

DESARROLLO DE TEMAS TEORICOS:	35 horas
ACTIVIDADES DE APOYO TEORICO:	40 horas

DESARROLLO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES:	20 horas
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS:	10 horas

TOTAL:	105 HORAS
---------------	------------------



ANEXO I

DETALLE DE ACTIVIDADES DE TRABAJOS PRACTICOS DE AULA Y FORMACION PRACTICA

TRABAJO PRACTICO Nº 1

TEMA: TRANSFERENCIA DE MASA

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 2 horas.

TRABAJO PRACTICO Nº 2

TEMA: DESTILACION. Métodos de Cálculo.

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 8 horas.

PLANTA PILOTO (actividad práctica experimental) Carga Horaria: 8 horas.

Destilación Continua en Columna de Relleno.

Destilación en Columna de Platos.

Puesta en marcha, operación y optimización de equipos presentes en planta piloto.

Observación de detalles constructivos. Observación de medidas de seguridad.

Confrontación de resultados reales con modelos teóricos y software de simulación. Uso de HYSYS.

PLANTA PILOTO (problema abierto) Carga Horaria: 5 horas.

TRABAJO PRACTICO Nº 3

TEMA: DESTILACION. Diseño Hidráulico.

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 2 horas.

TRABAJO PRACTICO Nº 4

TEMA: ABSORCION DE GASES

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 6 horas.

TRABAJO PRACTICO Nº 5

TEMA: LIXIVIACION

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 2 horas.

PLANTA PILOTO (problema abierto) Carga Horaria: 5 horas.

TRABAJO PRACTICO Nº 6

TEMA: EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 4 horas.

TRABAJO PRACTICO Nº 7

TEMA: HUMIDIFICACION

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 6 horas.

PLANTA PILOTO (actividad práctica experimental) Carga Horaria: 6 horas.

Columna de Pared Mojada. Determinación Experimental de Coeficiente de Transferencia de Materia.



Puesta en marcha, operación y optimización de columna de pared mojada. Observación de detalles constructivos. Observación de medidas de seguridad. Complemento con otros equipos pilotos. Diversas alternativas de operación.

TRABAJO PRACTICO Nº 8

TEMA: SECADO

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 6 horas.

PLANTA PILOTO (actividad práctica experimental) Carga Horaria: 6 horas.

Operación de Horno de Secado. Determinación Experimental de Curva de Secado.

Puesta en marcha, operación y optimización de horno de secado. Observación de detalles constructivos. Observación de medidas de seguridad. Instrumentación.

TRABAJO PRACTICO Nº 9

TEMA: CRISTALIZACION

AULA (actividad de apoyo teórico) Carga Horaria: 4 horas.

NOTA: Se prevé realizar visitas a distintas industrias y empresas de actividades relacionadas con la cátedra.

Distribución de la carga horaria.

Actividades	Horas
1. Teóricas	35
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	40
3. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)	20
4. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	10
Total de Horas de la Actividad Curricular	105



ANEXO II

PROGRAMA DE PROBLEMAS BASICOS - 2009

UNIDAD 1: TRANSFERENCIA DE MATERIA Y SUS APLICACIONES

Problema 1: Cálculo Nro. Etapas teóricas. : Harriot pág. 539, ejemplo 17.1

Problema 2: Cálculo Nro etapas teóricas: McCabe Smith (primera parte ej. 21-2 pág. 682 y ejem. 217 pag. 699)

UNIDAD 2 Y 3: DESTILACION

Problema 1: Destilación flash: Mc Cabe Smith pag. 510, ejemplo 17-1

Problema 2: Equilibrio sistema heptano-octano: Ocon-Tojo, pag.283 ejemplo 5-1.

Problema 3: Equilibrios sistema benceno tolueno: Mc Cabe Smith pag. 563, ejemplo 19-1

Problema 4: Método de Sorel-Lewis: Ocon y Tojo pag. 313 ejem. 5-14

Problema 5: Método Mc Cabe Thiele: Mc Cabe Smith pag 587, ejemplo 19-4

Problema 6: Mét. Ponchón Savarit:Mc Cabe Smith pag 602, ejemplo 19-7

Problema 7: Mét. Ponchón Savarit – Ejemplos 6.3 y 6.4 Badger - Bancharo

Problema 8: Bal. entalpia en rectificación: Mc Cabe Smith Harriot pag.586, ejem 18-5.

Problema 9: Cálculo del diámetro columna: Badger pag.315 ejem 6-8.

Problema 10: Eficacia: Badger pag.319, ejemplo 6-9.

DESTILACIÓN DE MEZCLAS MULTICOMPONENTES

Problema 1: Calc. Nro platos ideales dest. multicom.- Mét. Lewis- Matheson: Coulson-Richarson pag. 594 - ejemplo 11-9.

Problema 2: Equilibrios destilación multicomponentes: Harriot pag.653 ejemplo 20-1

Problema 3: Dest. flash multicomponentes: Harriot, ejem. 20-2 , pag. 655

Problema 4: Cal. Nro mínimo platos para dest. multicom-Harriot pag. 659- Ejem 20-3.

Problema 5: Calc. reflujo mínimo para dest. multicom.- Harriot pag. 666 ejemplo 20-4 parte a.

Problema 6: Calc. Nro platos ideal. dest. multicom-Mét. Gilligan- Harriot pag.673, Ejem20-5.

Problema Integrado 1

Problema Integrado 2

UNIDAD 4: ABSORCION

Problema 1: Equilibrio sistema SO₂-aire-agua:Mc Cabe Smith pag. 516, ejemplo 17-2

Problema 2: Equilibrios sistema NH₃-H₂O:Ocon y Tojo pag.5 ejemplo 6-1

Problema 3: Cálculo del diámetro: Mc Cabe Smith pág 570, ejemplo 21-1

Problema 4: Cálculo altura: Mc Cabe Smith pag. 682, ejemplo 21-2

Problema 5: Cálculo de la altura de relleno – McCabe Simth – pag. 689, ejemplo 21-4.



Problema 6: Cálculo del número de platos teóricos – McCabe Smith, pág. 699, Ejemplo 21-7

Problema 7: Cálculo de NTU: Harriot, pag.733 ejemplo 22-2

Problema 8: Cálculo altura: Harriot pag. 745 ejem. 22-4

Problema 9: Cálculo de HETP: Harriot pag.759 ejemplo 22-6

Problema 10: Cálculo del diámetro y pérdida de presión: Harriot pag. 723, ejemplo 22-1

UNIDAD 5: LIXIVIACION

Problema 1: Retención constante: Mc Cabe Smith pag.740 ejemplo 23-1

Problema 2: Retención variable: Harriot pág. 624, ejemplo 19.2

Problema 3: Retención variable: Mc Cabe Smith pag. 746, ejemplo 23-2

UNIDAD 6: EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO

Problema 1: Equil. Sist. Acet.-agua- MIK :Mc C.Smith pag. 523 a 528, fig 17-14 a 17-19.

Problema 2: Contacto sencillo: Harriot pag 640

Problema 3: Extracción: Met. Ponchón-Savarit :Mc Cabe Smith pag. 762, ejemplo 23-4

Problema 4: Extracción. Met. Mc Cabe Thiele , Harriot pag. 641ejemplo 19.3

UNIDAD 7: HUMIDIFICACION

Problema 1: Cálculo del coef. transf. de masa aire-agua- Badger pag. 384 ejem 8-1

Problema 2: Aplicación ecuación psicrometria: Badger pag. 396, ejemplo 8-3

Problema 3: Aplicación gráfico humedad a cálculos específicos: Badger pag. 399, ejemplo 8-4

Problema 4: Cálculos de interacción aire-agua: Badger, Ejemplo 8-5.

Problema 5: Cálculo de torre de enfriamiento de agua: Badger pag. 417, ejemplo 8-6

Problema 6: Calculo de humidificador adiabatico: Harriot pag.792 ejemplo 23.2

UNIDAD 8: SECADO

Problema 1: Construcción de curvas de velocidad de secado:Badger pag. 509, ejemplo 10-11

Problema 2: Cálculo sec.rotativo: Met. convencional Badger pag. 524, ejem. 10-3

Problema 3: Cálculo de secadero con recalentamiento: Badger pag. 530, ejemplo 10-4

Problema 4: Cálculo de secadero con recirculación: Badger pag. 532, ejemplo 10-5

Problema 5: Cálculo sec.rotativo: Mét todo Simplificado. Badger pag. 524, ejem. 10-3

Problema 6: Cálculos de secado: Harriot , pág 835, ejemplo 25.1.

UNIDAD 9: CRISTALIZACION

Problema 1: Equilibrios: Badger Pág.550 ejemplo 11-1

Problema 2: Cálculo de cristalizador Swenson Walker: Badger pag.552 ejemplo 11-2