



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
Departamento: Química  
Area: Tecnología Química y Biotecnología

(Programa del año 2009)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
(OPTATIVA I (4° Año LQ)) OPERACIONES UNITARIAS	LIC. EN QUIMICA	05/04	2009	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ACOSTA, ADOLFO ORLANDO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
CAMPDERROS, MERCEDES EDITH	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
MARCHESE, JOSE	Prof. Colaborador	P.Tit. Exc	40 Hs
MORALES, MARIA ROXANA	Responsable de Práctico	JTP Simp	10 Hs

### III - Características del Curso

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

Tipificación	Periodo
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
09/03/2009	19/06/2009	15	80

### IV - Fundamentación

Los procesos químicos conducidos en cualquier escala, consisten de una secuencia ordenada de pasos o estadios que pueden estudiarse individualmente llamados Operaciones Unitarias o Básicas. Dentro de la extensa variedad de Operaciones Unitarias, en este curso se estudiarán aquellas relacionadas con el problema de modificar la composición de soluciones y mezclas, conocidas como operaciones de transferencia de masa, para ello se utilizarán herramientas matemáticas y conocimientos adquiridos de fenómenos de transporte.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Impartir conocimientos básicos de algunas operaciones unitarias que son de interés en la práctica industrial: Absorción, Destilación, Extracción, Lixiviación y Operaciones con Transporte de Materia en Fases Separadas por Membranas.  
-Aplicar los conocimientos de fenómenos de transporte a los procesos involucrados en las operaciones unitarias.

### VI - Contenidos

**Tema 1: Operaciones con transporte de materia en la interfase gas-líquido.**

Absorción: Solubilidad de Gases en Líquidos en el Equilibrio: Sistemas de dos componentes. Sistemas multicomponentes. Soluciones ideales y no ideales. Elección del disolvente para la absorción. Transferencia de un Componente. Balance de Materia: Flujo a Contracorriente. Relación mínima líquido-gas. Flujo en corriente paralela. Operación a Contracorriente en Varias Etapas: Mezclas diluidas de gases. Factor de absorción. Platos reales y eficiencia de plato. Equipos de Contacto Continuo: Altura equivalente de plato teórico. Número de unidad transferida. Altura de unidad transferida. Número y altura de unidad transferida para soluciones diluidas. Métodos gráficos para el cálculo del número de unidades de transferencia y altura de unidad de transferencia.

Destilación: Introducción. Equilibrio Líquido- Vapor: Diagrama de fases presión-temperatura-concentración. Equilibrio a presión constante. Equilibrio a temperatura constante. Soluciones ideales. Desviaciones del comportamiento ideal. Principios de diseño de columna. Método de McCabe-Thiele: Balance para un plato. Etapas de equilibrio. Determinación de platos mínimos y reflujo mínimo. Condensadores parciales.

### **-Tema 2: Operaciones con transporte de materia en la interfase líquido-líquido**

Extracción: Introducción. Condiciones de Equilibrio Líquido-Líquido: Coordenadas triangulares equiláteras. Distintos sistemas líquido-líquido. Elección del disolvente. Diferentes Equipos y Diagramas de Flujo: Contacto etapa por etapa y en varias etapas a corriente cruzada. Procesos multietapa a contracorriente.

### **-Tema 3: Operaciones con transporte de materia en la interfase sólido -líquido**

Lixiviación: Introducción: Preparación del sólido. Temperatura de lixiviación. Métodos de operación y equipos. Operación en estado no estacionario: Lixiviación in situ y a la intemperie. Tanques de percolación. Contacto múltiple a contracorriente, sistema de Shanks. Percolación en tanques cerrados. Lixiviación en filtros prensa. Tanques con agitación. Operaciones en estado estacionario. Lixiviación durante el molido. Decantación y Lixiviación continua de sólidos gruesos. Lixiviación de semillas vegetales.

### **-Tema 4: Operaciones con transporte de materia en fases separadas por membranas**

Introducción y clasificación de los procesos separativos por membranas. Procesos impulsados por concentración (permeación de gases, pervaporación, diálisis). Procesos impulsados por potencial eléctrico (electrodialisis). Procesos impulsados por presión (micro-ultra e hiperfiltración). Transporte facilitado de materia en membranas líquidas

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **TRABAJOS PRACTICOS DE AULA:**

Problemas relacionados con las distintas operaciones unitarias estudiadas: Cálculo del número etapas transferidas y altura de unidades transferidas. Eficiencia de separación. Balances de masa.

### **TRABAJOS PRACTICOS DE LABORATORIO:**

1. Determinación del Coeficiente de Transferencia de Materia para la Absorción Física en columna de esferas.
2. Determinación del Coeficiente de Permeabilidad. Difusión de Gases en Membranas Poliméricas.

### **SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO**

#### **1) Recomendaciones generales de orden personal**

- Trabaje en el laboratorio con al menos otra persona que tenga conocimiento de ello.
- Use propipetas o pipetas automáticas para pipetear solventes orgánicos, soluciones tóxicas o ácidos o bases fuertes.
- Emplee guantes y/o gafas para manipular sustancias peligrosas, inflamables o explosivas y hágalo bajo campana.
- No lleve sus manos sin lavar a la boca u ojos si ha usado productos químicos.
- No ingiera alimentos o bebidas en el laboratorio.

#### **2) Recomendaciones generales con respecto al laboratorio**

- Mantenga las mesadas limpias y libres de materiales extraños al trabajo.
- Rotule inmediatamente cualquier reactivo, solución o muestra para el análisis.
- Todas las botellas y recipientes deben estar identificados de la siguiente forma: nombre, concentración, fecha de preparación

y responsable. Cuando se tenga duda sobre un reactivo éste se descartará.

-Mantener limpia la campana de extracción, no usarla como lugar de almacenamiento.

- Limpiar inmediatamente cualquier derrame de productos o reactivos. Protéjase si es necesario para realizar la tarea.

- En caso de derrames de productos inflamables, tóxicos o corrosivos siga los siguientes pasos: interrumpa el trabajo, advierta a las personas próximas sobre lo ocurrido, realice o solicite ayuda para una limpieza inmediata.

- Cuando se utilicen solventes inflamables, asegurarse que no haya fuentes de calor cercanas.

### 3) Operaciones rutinarias en el Laboratorio

#### a- Trabajo con material de vidrio:

Cuando se insertan partes de vidrio en tubos de goma o tapones se las debe lubricar con agua, glicerina o detergente y deben protegerse las manos con guantes o una tela doblada. Mantener el tapón entre el pulgar y el índice, nunca en la palma de la mano.

#### b- Encendido de fuego:

Antes de encender una llama asegúrese que lo hace en un lugar permitido donde no haya material inflamable a su alrededor. Pruebe con solución de detergente la tubería, robinete y mechero para evitar pérdida de gas. Encienda el mechero al principio con la menor apertura posible del robinete. No abandone el laboratorio sin haber apagado los mecheros.

#### c- Trabajo con ácidos y bases fuertes:

Abrir las botellas despacio y bajo campana. Antes de tocar una botella verificar que no esté húmeda. No la tome del cuello ni del tapón. Si está contenida en un recipiente, verifique el estado del mismo y tómelo sosteniéndolo por la base. Trabaje siempre con guantes. Nunca intente verificar el contenido de una botella o recipiente por su olor. Pipetear con propipeta. No apoyar la pipeta usada sobre la mesada, colocarla sobre un vidrio de reloj. Las propipetas se deben guardar con la ampolla llena de aire (sin aplastar) porque se deforman y pierden su función.

Para diluir ácidos concentrados: Agregar el ácido sobre el agua de a poco y agitando y no a la inversa para evitar proyecciones del ácido en todas direcciones. Use envases plásticos para guardar ácido fluorhídrico porque ataca al vidrio. El hidróxido de sodio también se guarda en recipientes plásticos.

En todos los casos, tapar con firmeza las botellas de manera de evitar pérdida de concentración por volatilización (HCl, HNO<sub>3</sub>), dilución (higroscopicidad del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) o carbonatación del NaOH.

### 5) Procedimiento en caso de incendio

Si se produce un incendio se debe primero informar a los demás y pedir ayuda. Si el incendio es pequeño puede intentar apagarlo o circunscribirlo cortando el gas y atacando el incendio con arena, extintor o agua. Con los equipos eléctricos no se puede usar agua. El chorro del extintor se debe dirigir a la base de la llama. Si corre el riesgo de verse atrapado o alcanzado por las llamas o una explosión o sofocarse por el humo abandone el lugar (su vida es más valiosa que cualquier equipo). Retírese del lugar en orden, sin pánico. Si hay humo, arrójese al suelo. El humo va hacia arriba. Si debe pasar por zonas de intenso calor, cúbrase la cabeza con una tela preferentemente mojada. Si se estaba trabajando con materiales peligrosos (tóxicos o corrosivos), antes de alejarse del lugar del incendio informe de esta circunstancia a los que vayan a combatir el incendio. Se debe conocer antes que nada dónde están ubicados en el Laboratorio, los elementos de lucha contra incendios, las llaves de gas, electricidad, el teléfono y los números de emergencia .

### PRIMEROS AUXILIOS

1) Ácidos corrosivos: Sulfúrico, clorhídrico, nítrico, fluorhídrico, etc.

Ingesta: Se administrará rápidamente líquidos acuosos adicionados con agentes alcalinos débiles como:

- Mg(OH)<sub>2</sub> al 8 %
- Gel de Al(OH)<sub>3</sub>
- Cal apagada (Ca(OH)<sub>2</sub>) en forma de solución azucarada.

NO usar bicarbonato de sodio pues da origen a desprendimiento de gas carbónico, lo cual puede provocar perforación en las paredes digestivas ya fuertemente traumatizadas.

Lesiones externas:

En piel: lavar la región atacada con abundante agua y aplicar compresas embebidas en los neutralizantes alcalinos antes indicados

En boca: enjuagar con una solución de bicarbonato de sodio.

En ojos: colocar solución de bicarbonato de sodio al 22,5 % o isotónica con las lágrimas.

Derrames: NO utilizar agua. Utilizar arena, bicarbonato de sodio o mezcla de ambos protegiendo las manos con guantes de goma.

2) Alcalis cáusticos: Hidróxido de sodio o calcio, amoníaco, carbonato de sodio o potasio, etc. Las lesiones son mas

peligrosos que los ácidos porque actúan a mayor profundidad en los tejidos (saponificación de triglicéridos).

Ingesta: Se puede suministrar abundante agua fría para diluir el álcali y luego soluciones acuosas de ácidos débiles.

- Vinagre al 1 %
- Ácido acético al 1 %o.
- Jugo de limón (ácido cítrico).

Lesiones Externas:

En piel: lavar la región atacada con abundante agua y aplicar compresas embebidas en los neutralizantes antes indicados.

En boca: enjuagar con agua y luego con alguna de las soluciones antes indicadas.

Derrames: Si el álcali es líquido y en poca cantidad, se puede lavar con abundante agua y drenar a la rejilla o pileta. Si es sólido, juntar con pala de plástico y verter poco a poco en la pileta, haciendo correr abundante agua. Siempre protéjase las manos con guantes de goma.

3) Metales pesados: Por ejemplo Cd, Zn, Pb, Be, Cr, Hg.

Toxicidad: En general los metales pesados y sus sales son tóxicos o cancerígenos si se ingieren en cantidades apreciables o se inhalan en forma permanente. El contacto con la piel puede producir irritación.

Lesiones: El material que entra en contacto con la piel debe ser lavado enseguida con abundante agua, al igual si se salpican los ojos.

Procedimiento Básico para Utilizar un Extintor Portátil

1.- Asegúrese que el extintor se encuentra en buenas condiciones, el precinto no está roto y la presión es la apropiada. Para los extintores de CO<sub>2</sub>, el peso es un indicador de que el mismo está lleno.

2.- Rompa el precinto y quite el anillo de seguridad. Si el extintor es de presión indirecta, percuta el cilindro de gas, empujando la palanca hacia abajo.

3.- Realice una pequeña descarga del extintor frente a Ud., a fin de verificar si no tiene problemas

4.- Dirija la boquilla del extintor hacia la base de la llama, y con el viento a su favor, dispare repetidas veces y de forma que cubra la mayor área del incendio, hasta que controle el mismo.

5.- Luego de terminar y verificar que no existen más focos, ventile el área y recargue los extintores utilizados.

6.- Recuerde que el uso de extintores portátiles es sólo para principios de incendio.

Nota: Se entregará a los alumnos una guía sobre "SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO"

3. Transferencia de Masa con Reacción Química. Interfase líquido-membrana líquida.

## VIII - Regimen de Aprobación

### REGIMEN PARA ALUMNOS REGULARES

1. INSCRIPCIÓN: Podrán inscribirse y cursar como regulares aquellos alumnos que hayan cursado la asignatura Fenómenos de Transporte.

2. TRABAJOS PRACTICOS: La asistencia a los trabajos prácticos es obligatoria. El alumno deberá aprobar en primera instancia el 80% de los trabajos prácticos, debiendo tener al finalizar el curso el 100% de los mismos aprobados.

3. EVALUACIONES PARCIALES Y RECUPERACIONES: Se realizarán (2) Examinaciones parciales escritas sobre problemas de aula y trabajos prácticos de laboratorio. El alumno tendrá derecho a una (1) recuperación por cada parcial y tendrá derecho a una segunda cuando solo tenga aprobado 1 (una) de las exámenes parciales [OCS. El alumno que trabaja y la alumna que es madre de un hijo menor de 6 años, tendrán derecho a una recuperación más sobre el total de la Evaluaciones Parciales establecida.

4. EXAMEN FINAL: Podrán rendir el examen final de la asignatura los alumnos que hayan cursado la presente asignatura y además hayan aprobado el examen final de la asignatura Fenómenos de Transporte.

### REGIMEN PARA ALUMNOS PROMOCIONALES

1. INSCRIPCIÓN: Podrán cursar por el Régimen de Promoción de la asignatura, los alumnos que hayan aprobado el examen final de la asignatura Fenómenos de Transporte.

2. CLASES TEORICAS: Para mantener la condición de alumno promocional deberá asistir al 80% de las actividades teóricas programadas.
3. TRABAJOS PRACTICOS: El alumno deberá aprobar en primera instancia el 80% de los trabajos prácticos, debiendo tener al finalizar el curso el 100% de los mismos aprobados.
4. EVALUACION PARCIALES Y RECUPERACIONES: Se realizarán (3) evaluaciones parciales teóricas escritas y (2) evaluaciones parciales de trabajos prácticos escritas, las cuales comprenderán la totalidad de los temas del Programa de Exámen de la Asignatura. El alumno tendrá derecho a recuperar (1) Evaluación de Teoría y (1) Evaluación de Trabajos Prácticos. La nota de aprobación de cada evaluación no será menor de 7 (siete). En caso de ausente sin justificación a una evaluación, el alumno tendrá una calificación de 1 (uno), la cual será promediada.
5. PERDIDA DE PROMOCIÓN: En caso de no cumplir con alguna de las condiciones establecidas del régimen para alumnos promocionales, el alumno pasará automáticamente a la condición de regular, debiendo cumplir con lo establecido en el reglamento para alumnos regulares.
6. NOTA DEFINITIVA: Será el resultado del promedio de las 5 evaluaciones parciales y una nota conceptual del desempeño general del alumno. Se calificará de 1 a 10 y se considerarán los centésimos.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] ] - Treybal R.E., Operaciones de transferencia de masa, Ed. Mc.Graw Hill. Ed., 1980.
- [2] [2] - Geankoplis, C.J., Transport Processes and Unit Operations. 3ª Ed. Prentice-Hall, Inc., 1993
- [3] [3] - Gaskell D., An Introduction to transport phenomena in Materials engineering, Ed. Macmillan, 1992.
- [4] [4] - Foust A.S., Wenzel L.A., Clump C.W., Principios de Operaciones Unitarias, Cía. Ed. Continental S.A., 1974.
- [5] [5] - Pavlov K.F., Romankov P.G., Noskov A., Problemas y Ejemplos para operaciones Unitarias Básicas y Aparatos en Tecnología Química, Moscú, 1981.
- [6] [6] - Marchese y col., Membranas. Procesos con Membranas. Ed. Univ., 1995.

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] 1] - Backhurst J.R., HAKER J.H. and Porter J.E., Problems in Heat and Mass Transfer, Ed. Arnold Pub., 1980.
- [2] [2] - Hirschfelders, Curtiss C., Bird B. Molecular Theory of Gases and Liquids. Ed. Wiley & Sons.
- [3] [3] - Reid R.C., Prausnitz J.M., Sherwood T.K., The properties of Gases and Liquid, Ed. Mc. Graw Hill, 1977.
- [4] [4] - Hines A., Maddox R., Mass Transfer. Fundamentals and Applications. Prentice Hall, Inc., 1985.
- [5] [5] - Noble R.D. and Stern S.A., Membrane Separations Technology. principles and applications. Ed. Elsevier, 1995.
- [6] [6] - Diffusion in Polymers, Crank J. and Park G.S., Academic Press, NY (1968).

## XI - Resumen de Objetivos

Impartir conocimientos básicos de algunas operaciones unitarias que son de interés en la práctica industrial: Absorción, Destilación, Extracción, Lixiviación y Operaciones con Transporte de Materia en Fases Separadas por Membranas.  
-Aplicar los conocimientos de fenómenos de transporte a los procesos de involucrados en las operaciones unitarias

## XII - Resumen del Programa

Operaciones unitarias con contacto directo de dos fases inmiscibles a) gas-líquido: absorción, destilación; b) líquido-líquido: extracción; c) sólido-líquido: lixiviación. Balances. Condiciones de equilibrio. Cálculo de eficiencia. Número de unidades transferidas. Altura de unidad transferida. Equipos. Fases separadas por membranas: procesos de separación por membranas.

## XIII - Imprevistos

Se resolverán en la medida que se presenten

**XIV - Otros**

--