



UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS F. Y N.  
REPÚBLICA ARGENTINA

Hoja 1 de 6

Programa de:

## FENOMENOS DE TRANSPORTE

Código:

Carrera: Ingeniería Química	Plan: 2004 V05	Puntos: 4
Escuela: Ingeniería Química	Carga horaria: 96	Hs. Semanales: 6
Departamento: Química Industrial y Aplicada	Cuatrimestre/Año: 6/3	

Obligatoria

Objetivos:

Facilitar en el estudiante la comprensión de los fenómenos de transporte de materia, energía y momento lineal en sistemas de flujo y la adquisición de criterios para una correcta aplicación de conceptos y ecuaciones que le permitan la resolución de problemas de Ingeniería química que afectan a la industria de la región..

Programa Sintético (títulos del analítico):

Unidad 1: Principios básicos de Ingeniería

Unidad 2: Fluidos.

Unidad 3: Mecánica de un fluido en movimiento.

Unidad 4: Ley de Newton de la viscosidad.

Unidad 5: Principios de transferencia de momento lineal.

Unidad 6: Principios de transferencia de calor en estado estacionario.

Unidad 7: Flujo del calor en estado no estacionario.

Unidad 8: Transmisión de calor por convección.

Unidad 9: Balance macroscópico de energía.

Unidad 10: Transporte de materia.

Programa analítico de foja 2 a foja 5

Programa combinado de exámen (si corresponde) de foja:     a foja:

Bibliografía de foja: 6   a foja: 6

Correlativas obligatorias:

- Química Física

Correlativas aconsejadas:

Rige:

Aprobado HCD:Res:

Modificado/Anulado/Subst. HCD:Res:

Fecha:

Fecha

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la U.N.C certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden.  
Córdoba,   /   /   .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica.

# **FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **UNIDAD 1:**

Principios básicos de Ingeniería. Procesos de transporte lineal, de calor y de materia. Concepto. Clasificación. Sistemas de unidades fundamentales. Sistema internacional. Unidades de concentración. Leyes de los gases. Conservación de la masa y balances de materia. Unidades de energía y calor. Conservación de la energía y balances de calor. Teoría y criterios de similitud. Semejanza geométrica, cinemática y dinámica. Números adimensionales: Euler, Fraude, Reynolds, Weber. Teorema Pi de buckingham.

### **UNIDAD 2:**

Fluidos. Definición. Propiedades: presión, compresibilidad, tensión superficial, densidad, peso específico, viscosidad. Mecánica de un fluido en reposo. Presión sobre un cuerpo sumergido. Equilibrio hidrostático. Medición de presiones. Presión absoluta y manométrica. Piezómetros. Manómetros. Barómetros. Traductores de presión.

### **UNIDAD 3:**

Mecánica de un fluido en movimiento. Ecuación de continuidad. Conductos y tuberías comercialmente disponibles. Velocidad de flujo en conductos y tuberías. Conservación de la energía. Ecuación de Bernouilli. Restricciones y aplicaciones de la ecuación de Bernouilli.

### **UNIDAD 4:**

Ley de Newton de la viscosidad. Influencia de la presión y la temperatura en la viscosidad. Viscosidad de gases a baja densidad. Viscosidad en líquidos. Tipos de fluidos: newtonianos y no newtonianos. Balances de energía para flujo en estado estacionario. Trabajo de bomba. Flujo no compresible en conducciones. Tipos de flujos: permanente y transitorio, uniforme, laminar y turbulento. Capa límite. Número de Reynolds. Distribución de velocidades. Pérdidas de carga en tuberías. Ecuación de

Darcy. Rugosidad. Factor de fricción. Pérdidas menores. Coeficientes de resistencia para accesorio y en tuberías de sección variable. Cálculo de tuberías. Flujo compresible subsónico y supersónico. Gases a presiones cercanas a la atmosférica. Flujo compresible isoterma. Flujo compresible isoentrópico. Gases ideales a presión: velocidad y número de Mach.

#### **UNIDAD 5:**

Principios de transferencia de momento lineal. Estado estacionario: análisis de sistemas de flujo aplicando una envolvente para el balance de materia y de cantidad de movimiento. Flujo de una película descendente en placa plana a través de un tubo circular recto. Ecuación de Hagen-poiseuille. Flujo alrededor de objetos sumergidos. Balance microscópico aplicado a una unidad de volumen. Balance de materia. Balance de cantidad de movimiento. Ecuación de movimiento. Ecuación de Euler. Aplicaciones.

#### **UNIDAD 6:**

Principios de transferencia de calor en estado estacionario. Mecanismos de transferencia de calor. Transferencia de calor por conducción. Conductividad térmica. Ley de Fourier. Conductividad en gases, líquidos y sólidos. Métodos de determinación. Conducción a través de pared plana. Conducción a través de pared cilíndrica. Conducción a través de sólidos en serie. Cilindros de capas múltiples. Transferencia de calor por convección. Convección natural y forzada. Coeficiente pelicular. Líquidos hirvientes y vapores condensantes. Grupos adimensionales. Número de Nusselt. Número de Prandtl. Transferencia de calor por radiación. Factor geométrico y total. Coeficiente total de transmisión de calor.

#### **UNIDAD 7:**

Flujo del calor en estado no estacionario. Calentamiento y enfriamiento de un cuerpo en un medio isoterma. Velocidad de flujo calórico. Ecuación diferencial de cambio de energía. Tiempo de calentamiento/enfriamiento. Distribución de temperaturas en sólidos. Conducción en sólidos en estado no estacionario. Aplicaciones a cuerpos de geometría sencilla. Concepto de coeficiente global de transmisión de calor.

## **UNIDAD 8:**

Transmisión de calor por convección. Concepto. Convección libre y convección forzada. Capa límite térmica. Sistemas no isotérmicos. Transporte de interfase. Coeficiente de transmisión de calor. Definición. Transferencia de calor en fluidos. Cálculo del coeficiente de transmisión del calor. Ecuaciones empíricas y grupos adimensionales: números de Nusselt, de Prandtl. Ecuación de Sieder-Tate. Convección forzada sobre objetos sumergidos. Líquidos hirvientes. Vapores condensantes.

## **UNIDAD 9:**

Balance macroscópico de energía. Ecuaciones de cambio aplicadas a la transferencia de energía térmica en estado estacionario. Aplicación para gases ideales y líquidos incompresibles. Análisis en estado no estacionario. Intercambiadores de calor. Principios básicos de intercambiadores. Perfil de temperaturas. Transferencia de energía térmica por radiación. Leyes y principios básicos. Influencia de la geometría y el estado de la superficie de los cuerpos. Transferencia de energía térmica por conducción, convección y radiación.

## **UNIDAD 10:**

Transporte de materia. Introducción. Balances envolventes de materia. Ley de Fick. El proceso de difusión. Difusión de gases y líquidos a través de sólidos en estado estacionario. Coeficientes de transferencias de materia. Flujo laminar sobre placa plana. Flujo turbulento sobre una lámina plana. Flujo laminar en una tubería. Flujo turbulento en una tubería. Transferencia de materia para flujo sobre objetos esféricos. Aplicaciones en sistemas de separación. Membranas. Electrodiálisis. Osmosis inversa.

## **TRABAJOS PRACTICOS**

- Guías de problemas y ejercicios.

Guía 1: Sistema de unidades. Análisis dimensional.

Guía 2: Problemas de hidrostática.

Guía 3: Problemas sobre balances de energía en sistemas de flujo. Ecuación de Bernoulli.

Guía 4: Cálculo de pérdidas de carga por fricción. Potencia de bomba.

Guía 5: Problemas sobre transporte en película descendente.

Guía 6: Transporte de calor a través de pared plana/cilíndrica.

Guía 7: Cálculo de velocidad de calentamiento/enfriamiento de un cuerpo. Tiempo de enfriamiento. Temperatura final, en estado transitorio.

Guía 8: Cálculo de coeficiente total de transferencia de calor. Intercambiadores de calor.

- Parte experimental.

1.- Determinación de viscosidad de líquidos newtonianos.

2.- Calentamiento de líquidos almacenados en tanques.

### **Carga Horaria**

Teóricos: 48 hs.

Resolución de Problemas: 38 hs

Laboratorio: 10 hs.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- De lectura obligatoria:

**MECANICA DE FLUIDOS APLICADA.** Robert L. Mott. Ed. Prentice hall, 4ta. Edición 1996.

**PROCESOS DE TRANSPORTE Y OPERACIONES UNITARIAS.** C.J. Geankoplis. Ed. CECSA, 3a. Ed. 1998.

**OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA.** Treybal, Robert E. Ed. Mc Graw-Hill 2a. Ed. 1991.

**FENÓMENOS DE TRANSPORTE .** R.B. Bird, W. Stewart, E. Lightfoot. Ed. REVERTE S.A

- De consulta.

**MECANICA DE LOS FLUIDOS E HIDRÁULICA.** R. Giles, J. Evett, C. Liu. Ed. Mc Graw-Hill. 3a. Ed. 1994.

**OPERACIONES UNITARIAS EN LA INGENIERIA QUIMICA.** Mc Cabe, Smith, Harriot. Ed. Mc Graw-Hill. 4a Ed. 1991.

**INGENIERÍA INDUSTRIAL ALIMENTARIA.** Pierre Mafart, Emile Beliard. Vol. II. Ed. Acribia S.A. 1992.

**MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO.** J. Perry. Ed. Mc Graw-Hill

**EXPERIMENTOS SOBRE FENOMENOS DE TRANSPORTE EN LAS OPERACIONES UNITARIAS DE LA INDUSTRIA QUIMICA.** E.J. Crosby. Ed. Hispanoamericana S.A.