



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **Q1807**

Programa de:

## Transferencia de Energía y Materia

Fecha Actualización: 23/08/2017

### CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas	Año	Semestre
<b>Ingeniería Química</b>	<b>2018</b>	<b>Obligatoria</b>	Totales: <b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
			Clases: Evaluaciones:		

### CORRELATIVIDADES

CURSADA	PROMOCIÓN
F1303 Física I Q1804 Transferencia de Cantidad de Movimiento	Q1804 Transferencia de Cantidad de Movimiento

### DATOS GENERALES

Departamento: **Química**  
Área: **Fenomenos de transferencia**  
Tipificación: Tecnológicas Aplicadas

### HORAS BLOQUE

Bloque de CB	Matemática	<b>0.0</b>
	Física	<b>0.0</b>
	Química	<b>0.0</b>
	Informática	<b>0.0</b>
	<b>Total</b>	<b>0</b>
Bloque de TB	<b>0.0</b>	
Bloque de TA	<b>96.0</b>	
Bloque de Complementarias	<b>0.0</b>	
<b>Total</b>	<b>96</b>	

### PLANTEL DOCENTE

### CARGA HORARIA

### HORAS DE CLASE

Totales: <b>96</b>		Semanales: <b>6</b>	
Teoría: <b>48.0</b>	Práctica: <b>48.0</b>	Teoría: <b>3</b>	Práctica: <b>3</b>
<b>FORMACIÓN PRÁCTICA</b>			
Formación Experimental <b>8.0</b>	Resol. de Problemas <b>12.0</b>	Proyecto y Diseño <b>8.0</b>	PPS <b>0.0</b>
TOTAL COMPUTABLES <b>96.0</b>		HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS) <b>0.0</b>	
<b>OBJETIVOS:</b>			
<p>Brindar al alumno los conceptos básicos de Transferencia de Energía y Materia que lo introducen en los fenómenos de transporte y las operaciones de la Ingeniería Química. En ambos casos se parte del diseño por balances microscópicos que permiten obtener las distribuciones de temperatura, concentraciones y flujos por integración de las ecuaciones diferenciales gobernantes. El diseño por similitud introduce en ambos casos los criterios para el cambio de escala a través de la definición de números adimensionales. Mediante la utilización de los balances macroscópicos y de los coeficientes de transferencia de calor y materia se incorpora la metodología para el diseño de equipos tales como intercambiadores de calor y columnas de absorción cuyo estudio se profundiza en asignaturas posteriores.</p>			
<b>PROGRAMA SINTÉTICO:</b>			
<p>Transferencia de Energía. 1. Balance microscópico de energía interna. Ley de Fourier. Resolución de los perfiles de temperatura y cálculo de flujos calóricos. Transferencia de energía por conducción estacionaria. Sistemas con manantial eléctrico, viscoso. Aleta de enfriamiento. Transferencia de energía no estacionaria. Medio semiinfinito. Soluciones analíticas unidireccionales y en más de una dirección. Regla de Newman. Transferencia de energía por convección forzada y natural. Transferencia de energía por radiación. 2. Similitud térmica. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. Criterios de similitud. 3. Diseño por balances macroscópicos. Balance macroscópico de energía total. Coeficientes de transferencia calórica en conductos. Diseño de intercambiadores de tubo y camisa. Coeficientes de transferencia calórica alrededor de objetos sumergidos. Convección forzada y natural. Condensación y ebullición. Transferencia de Materia. 1. Diseño por balances microscópicos. Definición de concentraciones, velocidades y flujos. Ley de Fick de la Difusión. Coeficientes de difusión en mezclas binarias y multicomponentes. Permeabilidad en sistemas poliméricos. Determinación de flujos y perfiles de concentración en sistemas con y sin reacción química. Soluciones transitorias unidireccional y multidireccionales. 2. Diseño por similitud. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. Criterios para el cambio de escala. 3. Diseño por balances macroscópicos. Balance macroscópico parcial de materia. Coeficientes de transferencia de materia en una sola fase. Coeficientes globales en dos fases. Diseño de columnas de absorción. Transferencia simultánea de calor y materia. Analogía entre ambas transferencias. Psicrometría.</p>			
<b>PROGRAMA ANALÍTICO:</b>		<b>AÑO DE APROBACIÓN: 2016</b>	

## Transferencia de Energía.

1. Mecanismos de transferencia de energía. Conducción de calor: Ley de Fourier. Radiación: Ley de Stefan-Boltzman.

2. Diseño por balances microscópicos. Balance microscópico de energía interna. Condiciones de contorno. Transferencia de energía por conducción. Resolución de los perfiles de temperatura y cálculo de flujos calóricos. Transferencia de energía por conducción en estado estacionario: Pared plana simple. Paredes planas en serie. Pared cilíndrica simple. Paredes cilíndricas en serie. Conducción con manantial de origen eléctrico y viscoso. Conductividad térmica dependiente de la temperatura. Aleta de enfriamiento. Conducción en estado no estacionario: Medio semiinfinito. Conducción no estacionaria en sistemas finitos sin efecto de extremos: Placa plana, cilindro y esfera. Conducción transitoria en más de una dirección. Regla de Newman. Transferencia de energía por convección forzada . Problema de Graetz. temperatura de mezclado adiabático. Convección natural: modificación de la ecuación de movimiento en conducción natural. Fuerzas de flotación .

3. Diseño por similitud. Similitud térmica. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. en convección forzada y natural. Criterios de similitud. Ecuaciones de escala.

4. Diseño por balances macroscópicos. Balance macroscópico de energía total. Aplicaciones. Balance macroscópico diferencial de energía. Coeficientes de transferencia calórica en conductos. Coeficiente global de transferencia calórica. Correlación de Sieder y Tate. Temperatura media logarítmica . Diseño de intercambiadores de tubo y camisa. Coeficientes de transferencia calórica alrededor de objetos sumergidos. Convección forzada y natural. Coeficientes de transferencia calórica en condensación . Ecuación de Nusselt. Ebullición. Mecanismos. Coeficientes. Correlaciones

5. Transferencia de energía por radiación.

Espectro de radiación electromagnética. Energía radiante. Poder emisivo. Cuerpo negro. Cuerpo gris. Teorema de Kirchoff. Ley de Stefan Boltzman. Transferencia neta de energía radiante entre cuerpos negros. Factores de visión. Superficies rerradiantes. Transferencia neta de energía radiante entre cuerpos grises. Ecuación de Hottel. Conceptos de transferencia por radiación en gases.

## Transferencia de Materia.

1. Diseño por balances microscópicos. Concepto del fenómeno de difusión. Definición de concentraciones, velocidades y flujos másicos y molares. Ley de Fick de la Difusión. Coeficientes de difusión en mezclas binarias y multicomponentes. Permeabilidad a gases en sistemas poliméricos. Ecuación de continuidad para un componente Determinación de flujos y perfiles de concentración en sistemas con y sin reacción química. Reacción química homogénea y heterogénea. Difusión a través de un gas estancado. Difusión con reacción química heterogénea . Difusión con reacción química homogénea. Transferencia de materia en película líquida descendente. Difusión y reacción en un catalizador poroso. Difusión en estado no estacionario. Soluciones transitorias unidireccional y multidireccionales.

2. Diseño por similitud. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes para una mezcla isotérmica. Criterios para el cambio de escala.

3. Diseño por balances macroscópicos. Balance macroscópico parcial de materia. Reactor tubular. Modelos de mezclado en un tanque agitado continuo: mezclado perfecto. Tanque agitado continuo con volimen muersto y corto-circuito. Coeficientes de transferencia de materia en una sola fase. Coeficientes binarios de transferencia de materia en dos fases. Coeficiente global de transferencia de materia y su vinculación con los individuales. Diseño de una columna de absorción. Altura de una unidad de transferencia. Número de unidades de transferencia. Transferencia simultánea de calor y materia. Analogía entre ambas transferencias. Psicrometría.

## ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Seminarios ( Duración : 2 horas semanales)Primer Módulo:1- Conducción de calor en estado estacionario 2- Conducción de calor en estado estacionario ( continuación)3- Conducción en estado no-estacionario: Medio semiinfinito, Sistemas finitos sin efecto de extremos, Regla de Newman4- Similitud5- Balance macroscópico de energía térmica6- Transferencia de calor por radiaciónSegundo Módulo7-Calculo de coeficientes de difusión Transferencia de materia en estado estacionario. Balance microscópico.8- Transferencia de materia en estado estacionario y no-estacionario. Balance microscópico.9- Factor de efectividad . Balance macroscópico parcial de materia.10- Balance macroscópico parcial de materia y Balance macroscópico de energía. Psicrometría11- Coeficientes de transferencia de materia, individuales y globales. Columna de absorción.Laboratorios ( Total 8 horas)Transferencia de Energía: Calentamiento de un medio semiinfinitoDeterminación de la curva de calentamiento de una esferaEnfriamiento de un fluido en un tanque agitadoTransferencia de Materia: Determinación del coeficiente de difusión en líquidosDeterminación del coeficiente de difusión en gases

#### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

El Curso consta de clases teórico-prácticas , seminarios semanales de discusión de problemas y consulta, entrega de los problemas resueltos, evaluaciones semanales, clases de laboratorio.La asignatura se dicta en dos módulos; el alumno debe aprobar dos exámenes parciales teórico prácticos referentes a cada uno de los módulos.Las clases teórico prácticas se dictan dos veces por semana; cada clase tiene una duración de dos horas. En ellas se desarrollan los temas del programa y se discuten ejemplos que sirven de base a la resolución de los problemas de los Seminarios. Los problemas del cuatrimestre se encuentran disponibles desde el comienzo del curso así como también las guías con tablas y gráficos que se utilizan a lo largo del mismo. En las clases de seminario se explican semanalmente los problemas que los alumnos deberán resolver y entregar para su corrección a la siguiente semana. Los alumnos pueden consultar en estas clases sus dudas. En todas las clases de seminario los alumnos deben responder en forma escrita un cuestionario con preguntas teóricas y problemas sencillos correspondientes a los temas de la clase anterior.Durante el cuatrimestre se realizan también clases de Laboratorio . Los alumnos deben estudiar previamente la guía de trabajos prácticos y responder un cuestionario previo sobre los fundamentos del Laboratorio. Una vez realizadas las mediciones del Laboratorio deben entregar para su corrección un informe con los resultados obtenidos y la discusión de dichos resultados.

#### **SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN: Se ajusta a la reglamentación vigente en la Facultad de Ingeniería ( Ordenanza 028/02)La asignatura puede aprobarse mediante un sistema de promoción directa (sin examen final) ó a través de una instancia de habilitación de conocimientos centrados en los trabajos prácticos y un posterior examen final.- Los alumnos se inscribirán en la asignatura discriminando si optan cursar por: a) Promoción Directa. b) Promoción con Examen Final. Al momento de la inscripción, el alumno deberá notificarse de las condiciones para la cancelación de inscripción. Modalidad de evaluación: Cada módulo tiene una evaluación parcial de características teórico- prácticas y para rendirlo existen dos oportunidades: una fecha original y un recuperatorio. Al final del curso habrá una posibilidad de recuperación adicional de cualquier módulo. Para obtener la aprobación por promoción directa se requiere que el alumno alcance en cada evaluación una nota mayor o igual a cuatro y tenga promedio mayor o igual que seis entre las notas de los parciales. Promoción por examen final: El alumno que no haya aprobado por Promoción Directa, pero haya alcanzado una nota mayor o igual a cuatro en los aspectos prácticos de todas las evaluaciones, obtendrá la aprobación de los Trabajos Prácticos y la habilitación para rendir el Examen Final de la asignatura. El alumno que se inscriba en esta modalidad rendirá sólo la parte Práctica de los parciales y, de obtener una nota mayor o igual que cuatro en cada una de ellas, estará habilitado para rendir el Examen Final de la asignatura. Pasados los tres (3) semestres siguientes a la cursada de la asignatura o luego de tres finales desaprobados, el alumno deberá recurrir la asignatura. Calificación del alumno que aprueba por Promoción Directa: la nota de aprobación será entre 6 y 10 El Examen Final podrá rendirse hasta tres (3) veces y se asentará en el legajo del alumno la calificación correspondiente (0 a 10). Este examen se aprueba con calificación 4 a 10. Aquellos alumnos que no hubieran aprobado por el Régimen de Promoción Directa y tampoco obtenido la habilitación para rendir el examen final al finalizar el período, recurrarán la materia.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

**Bibliografía básica:**

- Bird R. B., Stewart W. E. y Lightfoot E. N. Fenómenos de Transporte. Editorial Reverte. (1976)
- Calvelo A. Transferencia de Energía. IAS (1979).
- Welty J. R., Wicks C. E. Wilson R. E. Fundamentos de Transferencia de momento calor y masa. Ed. Limusa , Mexico (1997)

**Bibliografía complementaria:**

- Bennett C. O. and Myers J. E. Momentum Heat and Mass transfer. Mc Graw Hill. (1962)
- Carslaw H. S. and Jaeger J. C. Conduction of Heat in solids, Oxford University Press (1959)
- Chapman A.J. Heat Transfer. Mc Millan Co. (1967).
- Costa Novella .E.y col. Ingeniería Química Vol. 4 Transmisión de Calor, Vol. 5 Transferencia de Materia. Editorial Alhambra Universidad (1985)
- Crank J. The Mathematics of Diffusion .Oxford University Press, 2nd Edition (1975)
- Eckert E.R.G. and Drake R.M. Jr. Analysis of Heat and Mass Transfer. Mc. Graw - Hill (1972).
- Geankoplis Ch. Transport Processes and Unit Operations.Prentice Hall Englewood Cliffs New Jersey. ( Third Edition) (1993)
- Greenkorn R.A. and Kessler D.P. Transfer Operatións. Mc Graw - Hill Book Co. (1972).
- Holman J. P. Transferencia de Calor Mc Graw Hill. (1999)
- Mc. Cabe W.L., Smith H. C.Operaciones básicas de Ingeniería Química. Ed. Reverté (1968).
- Perry 6th Edition. Manual del Ingeniero Quimico Ed. Mac Graw Hill (1986).
- Sherwood T.K. Pigford R.L. Transferencia de Masa.Ed. Geminis (1979).

La Bibliografía básica está disponible en la Biblioteca del Depto. de Ingeniería Química, Fac. de Ingeniería UNLP

**MATERIAL DIDÁCTICO:**

La Cátedra ha producido:Apuntes de los contenidos teorico-prácticos del Curso, Guias de trabajos prácticos, Guias con tablas y gráficos para la resolución de problemas de Seminario.

**ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO:**

Nombre	Tema	Laboratorio	Días y Horarios
Descripción:			
Herramientas Utilizadas:			
Equipos y elementos de seguridad para esta tarea:			