



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **Q1804**

Programa de:

**Transferencia de Cantidad de Movimiento**

Fecha Actualización: 02/02/2024

**CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA**

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas		Año	Semestre
Ingeniería Química	2018	Obligatoria	Totales: 0		3	5
			Clases:	Evaluaciones:		

**CORRELATIVIDADES**

PARA CURSAR	PARA APROBAR
<b>Química:</b> F1301 - Matemática A <b>Aprobada</b> F1303 - Física I <b>Regularizada</b> F1304 - Matemática C <b>Regularizada</b>	<b>Química:</b> F1303 - Física I <b>Aprobada</b> F1304 - Matemática C <b>Aprobada</b>

**DATOS GENERALES**

**PLANTEL DOCENTE**

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

Profesor Titular: **Campañone Laura Analía**  
 Profesor Emérito: **ZARITZKY Noemi Eisabet**  
 Profesor Adjunto: **Battaiotto Laura Lorena**  
 Jefe de Trabajos Prácticos: **Arturi Tatiana Sonia**  
 Jefe de Trabajos Prácticos: **Muras Juan Manuel**

**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>	

**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>

## FORMACIÓN PRÁCTICA

Formación Experimental <b>8.0</b>	Resol. de Problemas <b>8.0</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>	

### OBJETIVOS:

Se brindarán al alumno(a) conceptos básicos sobre el movimiento de fluidos en sistemas de diversas geometrías que permiten determinar perfiles de velocidad y de esfuerzo de corte por medio de la integración de los balances microscópicos de cantidad de movimiento. Se introducirán además conceptos de reología (comportamiento de fluidos newtonianos y no newtonianos). b) los fundamentos del diseño por similitud y cambio de escala. c) Mediante la aplicación de balances macroscópicos de materia, cantidad de movimiento y energía mecánica, se brinda la metodología adecuada para calcular caída de presión a través de conductos, potencia de bombeo en sistemas de cañerías, caudales circulantes mediante placas de orificio, flujo compresible etc. que servirán de base para asignaturas posteriores como Ingeniería de las Operaciones Físicas.

### PROGRAMA SINTÉTICO:

1. Diseño por balances microscópicos. Transporte de cantidad de movimiento. Presión. Esfuerzos. Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Balance microscópico de cantidad de movimiento. Ecuación de Navier Stokes. Soluciones analíticas completas. Soluciones aproximadas. Flujo invíscido. Flujo reptante. Teoría de la capa límite. Turbulencia. 2. Diseño por similitud. Similitud geométrica, temporal y de comportamiento. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. Criterios de similitud. Ecuaciones de escala. Diseño por balances macroscópicos. Balance macroscópico de materia. Balance macroscópico de cantidad de movimiento. Factor de fricción en conductos. Ecuación de Fanning. Factor de fricción alrededor de objetos sumergidos. Flujo a través de lechos rellenos. Ecuación de Ergun. Inundación. Balance macroscópico de energía mecánica. Coeficientes de fricción. Longitud equivalente de cañería. Placa de orificio. Venturi. Tiempo de descarga de recipientes.

2. Diseño por similitud. Similitud geométrica, temporal y de comportamiento. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. Criterios de similitud. Ecuaciones de escala. 3. Diseño por balances macroscópicos. Balance macroscópico de materia. Balance macroscópico de cantidad de movimiento. Factor de fricción en conductos. Ecuación de Fanning. Cálculo de la pérdida de carga, caudales, diámetro de cañerías. Factor de fricción en conductos donde circulan fluidos no newtonianos. Factor de fricción alrededor de objetos sumergidos. Flujo a través de lechos rellenos. Ecuación de Ergun. Inundación. Balance macroscópico de energía mecánica. Coeficientes de fricción. Longitud equivalente de cañería. Placa de orificio. Venturi. Tiempo de descarga de recipientes. Flujo en conductos de fluidos compresibles.

### PROGRAMA ANALÍTICO:

AÑO DE APROBACIÓN: 2016

1. Fluido. Definición. Hipótesis del continuo. Estática de fluidos. Presión en un fluido en reposo. Manometría.

2. Cinemática de fluidos. Flujo estacionario y no estacionario. Flujo laminar y turbulento. Esfuerzos en un fluido sometido a deformaciones. Presión y tensor esfuerzo viscoso. Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Reología. Modelo de Bingham. Modelo de Ostwald de Waele. Modelo de Herschel Bulkley. Fluidos tixotrópicos y reopécticos. Ecuaciones constitutivas. Instrumentos para determinar comportamiento reológico.

3. Diseño por balances microscópicos. Ecuación de continuidad. Concepto de derivada parcial total y sustancial. Flujo desarrollado. Puntos de vista de Euler y Lagrange. Balance microscópico de cantidad de movimiento. Ecuación de Navier Stokes. Condiciones de contorno. Soluciones analíticas completas: Flujo desarrollado estacionario de un fluido incompresible, newtoniano de viscosidad constante en un conducto de sección circular. Ecuación de Hagen Poiseuille. Flujo en pared inclinada. Flujo tangencial estacionario en cilindros concéntricos. Determinación de perfil de velocidad, perfil de esfuerzos de corte, velocidad media, caudal, fuerza. Otros ejemplos.

4. Soluciones aproximadas a la ecuación de movimiento: Flujo invíscido. Ecuación de Bernoulli. Paradoja de D'Álambert. Flujo reptante. Concepto de fricción de piel y arrastre de forma. Ley de Stokes. Teoría de la capa límite. Separación de capa límite. Cuerpo aerodinámico.

5. Turbulencia. Longitud de entrada en conductos. Distribución de velocidad en régimen turbulento

6. Diseño por similitud. Similitud geométrica, temporal y de comportamiento. Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes. Criterios de similitud. Ecuaciones de escala. Incompatibilidad al cambio de escala.

7. Diseño por balances macroscópicos. Obtención de los balances macroscópicos a partir de la integración de los microscópicos. Balance macroscópico de materia. Balance macroscópico de cantidad de movimiento. Aplicaciones: Cálculo de fuerzas en codos. Factor de fricción en conductos. Ecuación de Fanning. Cálculo de la pérdida de carga, en conductos. Radio hidráulico. Gráfico de Von Karman: Cálculo del caudal. Cálculo del diámetro de cañerías. Factor de fricción en conductos donde circulan fluidos no newtonianos. Factor de fricción alrededor de objetos sumergidos: partículas esféricas y no esféricas. Cálculo de la velocidad de sedimentación y del diámetro de partículas. Flujo a través de lechos rellenos. Ecuación de Ergun. Inundación.

8. Balance macroscópico de energía mecánica. Coeficientes de fricción en conductos rectos y en accesorios de tuberías Longitud equivalente de cañería. Determinación de la potencia de bombeo en un sistema de cañerías.

9. Medición de caudales: Venturi y Placa de orificio.

10. Aplicación del balance macroscópico de energía mecánica en estado no estacionario: Tiempo de descarga de recipientes.

11. Flujo de fluidos compresibles en conductos. Ecuación de Weymouth

#### ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Seminarios (Duración de cada seminario 2,5 horas semanales): Primer módulo 1- Hidrostática y conversión de unidades 2- Repaso matemático y predicción de propiedades de transporte 3- Balances microscópicos de cantidad de movimiento 4- Balances microscópicos de cantidad de movimiento 5- Balances microscópicos de cantidad de movimiento 6- Diseño por Similitud Segundo módulo 7- Balance macroscópico de materia. Balance macroscópico de cantidad de movimiento 8- Factor de fricción en conductos 9- Factor de fricción en fluidos no-newtonianos. Objetos sumergidos y lechos rellenos 10- Balances macroscópicos de energía mecánica 11- Balances macroscópicos de energía mecánica 12- Balances macroscópicos de energía mecánica Tarea integradora: resolución de problemas mediante la utilización de software computacional (Excel, Mathematica). Se entrega informe por escrito Prácticas de laboratorio (Total 8 horas) 1) Reología. Utilización del Viscosímetro de Brookfield. Fluidos newtonianos, pseudoplásticos, tixotrópicos 2) Mesa de Hele-Shaw: visualización de líneas de flujo alrededor superficies sumergidas 3) Factor de fricción en conductos 4) Formación de vórtices por efecto de la rotación de recipientes. Los alumnos deben entregar informe escrito de los trabajos de Laboratorio.

#### 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. Los alumnos deben además resolver mediante la utilización de software adecuado (Excel o Mathematica) algunos de los problemas analizados durante el cuatrimestre, y realizar un informe con las soluciones obtenidas que se debe entregar en forma escrita y en diskette.

#### SISTEMA 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 apruebe 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, recurrirán la materia.

#### BIBLIOGRAFÍA:

Bibliografía básica:

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

Bibliografía complementaria

- Costa Novella E. y col. Ingeniería Química (Vol 2. Fenómenos de Transporte, Vol. 3 Flujo de fluidos, Editorial Alhambra Universidad (1985)
- Geankoplis Ch. Transport Processes and Unit Operations Prentice Hall Englewood Cliffs New Jersey. (Third Edition) (1993)
- Greenkorn R.A. and Kessler D.P. Transfer Operations. Mc Graw - Hill Book Co. (1972).
- Mc. Cabe W.L., Smith H. C. Operaciones básicas de Ingeniería Química. Ed. Reverté (1968).
- Perry 6th Edition. Manual del Ingeniero Químico Ed. Mac Graw Hill (1986).

- Shames I. H. "La mecánica de los fluidos". 3ra. Ed. McGraw-Hill. 1995.
- Steffe J. Rheological Methods in Food Process Engineering. Freeman Press ( 1996)
- Streater V. L. , Wylie E. B., Bedford K. Mecánica de los fluidos. 9na. Ed. McGraw-Hill. (1999).

La Bibliografía está disponible en la Biblioteca del Depto de Ing. Química.

**MATERIAL DIDÁCTICO:**

La Cátedra ha producido: Apuntes de los contenidos teórico-prácticos del Curso, Guías de prácticas de Laboratorio Guías con tablas y gráficos para la resolución de problemas de Seminario.

**ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO:**