

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO									
NOMBRE DE LA ENTIDAD:		CAMPUS LEÓN, DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍAS							
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Licenciatura en Ingeniería Química							
NOMBRE DE LA MATERIA:		Dinámica de Fluidos					CLAVE:		DIDF-05
FECHA DE ELABORACIÓN:		30 de mayo de 2011					HORAS/SEMANA/SEMESTRE		
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:									
ELABORÓ:		José Jorge Delgado García							
PRERREQUISITOS:						TEORÍA:		3	
CURSADA Y APROBADA:		Ninguno				PRÁCTICA:		2	
CURSADA:		Ninguno				CRÉDITOS:		8	
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA									
POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO:		DISCIPLINARIA	X	FORMATIVA		METODOLÓGICA			
POR LA DIMENSIÓN DEL CONOCIMIENTO:		ÁREA BÁSICA			ÁREA GENERAL	X	ÁREA PROFESIONAL		
POR LA MODALIDAD DE ABORDAR EL CONOCIMIENTO:		CURSO	X	TALLER		LABORATORIO		SEMINARIO	
POR EL CARÁCTER DE LA MATERIA:		OBLIGATORIA	X	RECURSABLE		OPTATIVA		SELECTIVA	ACREDITABLE
ES PARTE DE UN TRONCO COMÚN O MATERIAS COMUNES:		SÍ		NO	X				
COMPETENCIA (S) GENERAL(ES) DE LA MATERIA:									
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender y manejar conceptos de viscosidad, velocidad, presión, fricción; así como otros conceptos físicos y químicos fundamentales en el marco de la mecánica de fluidos.</li> <li>2. Utilizado como herramienta el cálculo vectorial, discutir y obtener las ecuaciones de conservación (masa y momentum) y de energía para describir a un fluido en movimiento.</li> <li>3. Obtener las ecuaciones adimensionales que describen a un fluido sencillo en movimiento; aprendiendo a manejar números adimensionales clásicos como el de Reynolds y el de Weber; así como el uso del análisis dimensional.</li> <li>4. Habilidad para resolver problemas que ilustren conceptos propios de la materia como flujo laminar, turbulento, compresible, capa límite, inestabilidades hidrodinámicas, etc.</li> <li>5. Habilidad para resolver problemas que relacionen los conceptos aprendidos con el diseño y la operación de equipo industrial.</li> <li>6. Visualización de las líneas de corriente de un fluido.</li> </ol>									
CONTRIBUCIÓN DE LA MATERIA AL LOGRO DEL PERFIL POR COMPETENCIAS.									

- 1. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales de física y química (pensando que las matemáticas son una herramienta).
- 4. Analizar sistemas utilizando balances de materia y energía.
- 11. Aplicar herramientas de planificación y optimización.
- 14. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, químicos y fisicoquímicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.

**PRESENTACIÓN DE LA MATERIA**

La materia de dinámica de fluidos da al ingeniero químico los elementos necesarios para describir y calcular los parámetros más importantes relacionados con el movimiento de un fluido a cualquier escala. El alumno podrá realizar desde un sencillo cálculo del gasto de agua en una manguera de jardín hasta el cálculo de la energía necesaria para el transporte de materiales en fase líquida por las tuberías de una planta industrial. Las competencias generales de la materia permitirán al ingeniero químico optimizar operaciones en los procesos industriales. La visualización gráfica del movimiento de un fluido, en adición a la comprensión precisa de conceptos fundamentales provocará que el lenguaje del ingeniero químico sea accesible a otras áreas de la industria y la academia; facilitándose la comunicación y la integración del trabajo del ingeniero químico a la planeación de cualquier proceso experimental o industrial que se relacione con el movimiento de un fluido.

**RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

El estudio de la dinámica de los fluidos se beneficia de la mayoría de las materias de las áreas de conocimiento de Física y Matemáticas; y es complementaria con la mayoría de las materias del área de Introducción a la Ingeniería Química; siendo las materias relacionadas más importantes de ambos conjuntos:

- Mecánica clásica.
- Cálculo de varias variables.
- Fluidos, ondas y temperatura.
- Balances de materia y energía.
- Ingeniería de fluidos.
- Laboratorio de fenómenos de transporte.

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	1) Cantidades y conceptos fundamentales de la mecánica de fluidos.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	16 horas.
--	--	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión y manejo de las variables típicas para describir las propiedades de un fluido en movimiento y de sus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de conceptos de campo de velocidades, presión, densidad, tensión superficial, energía cinética y</li> </ul>	1) El alumno será capaz de explicar, a través de ecuaciones y ejemplos, el contexto en el que se usan y definen las	1) Realizar el esfuerzo de conectar las leyes físicas aprendidas	Participación y discusión en clase.  Resolución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarea</li> <li>• Examen</li> </ul>

<p>unidades en diferentes sistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones de estado básicas para líquidos y gases.</li> <li>• Conocimiento de los diferentes tipos de fluidos.</li> <li>• Conocimiento de los conceptos básicos utilizados para la visualización de un flujo.</li> </ul>	<p>conductividad térmica para un fluido.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Breve presentación de las ecuaciones de estado más comunes para un gas y de las ecuaciones de estado empíricas para líquidos basadas en el conocimiento clásico de sus propiedades como son su variación ligera de la densidad con la temperatura y la presión.</li> <li>• Diferencias conceptuales entre un fluido Newtoniano, de Boger y uno de Stokes.</li> <li>• Manejo del concepto de línea de corriente.</li> </ul>	<p>variables utilizadas en el estudio de la dinámica de fluidos; siendo también capaz de ubicar el uso de estas variables en otros campos de conocimiento como son la termodinámica o la mecánica clásica.</p> <p>2) El alumno será capaz de distinguir y describir los diferentes tipos de fluidos en base a sus ecuaciones.</p> <p>3) El alumno tendrá la capacidad de construir diagramas de líneas de corriente para flujos sencillos.</p> <p>4) El alumno será capaz de resolver problemas de fluidos que involucren los conceptos aprendidos.</p>	<p>con anterioridad a su planteamiento específico y su uso en el estudio de los fluidos.</p> <p>2) Interés de observación de las variables típicas de los fluidos, como la viscosidad o la densidad, en fluidos de uso cotidiano como el aire, el agua, la miel, etc.</p>	<p>de ejercicios en clase.</p>	
--	--	---	---	--------------------------------	--

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	2) Ecuaciones básicas para describir el movimiento de un fluido.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	16 horas.
--	--	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de las ecuaciones de conservación de masa, de la cantidad de movimiento y la ecuación de la energía en el contexto de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorema del transporte de Reynolds.</li> <li>• Ecuaciones de continuidad, de Navier-Stokes, de Bernoulli y de Euler.</li> </ul>	<p>1) El alumno aprenderá a identificar la contribución al flujo de los diferentes términos de las</p>	<p>1) Capacidad analítica de los diferentes términos de una ecuación y de sus</p>	<p>Participación y discusión en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarea</li> <li>• Examen</li> </ul>

<p>dinámica de fluidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de las ecuaciones más comunes para fluidos no viscosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujos irrotacionales.</li> <li>Flujos potenciales.</li> <li>Vorticidad.</li> </ul>	<p>ecuaciones antes mencionadas.</p> <p>2) El alumno podrá resolver problemas que ilustren las características básicas de fluidos no viscosos.</p>	<p>posibles soluciones; así como de su significado en el marco de la dinámica de fluidos.</p>	<p>en clase.</p>	
--	--	--	---	------------------	--

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	3) Análisis dimensional y números adimensionales.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	16 horas.
--	---	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de las ecuaciones adimensionales y de los números adimensionales más comunes.</li> <li>Uso del análisis dimensional para resolver problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teorema Pi.</li> <li>Ecuaciones básicas adimensionales.</li> <li>Números adimensionales de Reynolds, Euler, Froude, Weber y Mach y su uso.</li> <li>Semejanza geométrica, cinemática y dinámica.</li> </ul>	<p>1) El alumno será capaz de adimensionalizar las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos.</p> <p>2) El alumno podrá clasificar el flujo de una tubería en función del número de Reynolds.</p> <p>3) El alumno será capaz de utilizar el análisis dimensional para encontrar semejanzas.</p>	<p>1) Intención de usar los conocimientos ya aprendidos en este curso para comprender la utilidad de los números adimensionales.</p>	<p>Participación y discusión en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios en clase.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarea</li> <li>Examen</li> </ul>

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	4) Flujos viscosos y capa límite.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	16 horas.
--	-----------------------------------	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de las ecuaciones más comunes para fluidos viscosos.</li> <li>Conocimiento de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujo de Couette</li> <li>Flujo de Poiseuille</li> <li>Inestabilidad de Taylor</li> <li>Coefficiente de fricción y diagrama de Moody</li> </ul>	<p>1) El alumno comprenderá la forma en la que se calcula la viscosidad de un fluido.</p> <p>2) El alumno conocerá una inestabilidad clásica.</p>	<p>1) Intención de usar los conocimientos ya aprendidos en este curso</p>	<p>Participación y discusión en clase.</p> <p>Resolución</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarea</li> <li>Examen</li> </ul>

<p>existencia de inestabilidades hidrodinámicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del concepto de capa límite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones de capa límite; ecuación de Kármán y de Blasius.</li> <li>• Flujo alrededor de cuerpos planos y esféricos</li> </ul>	<p>3) El alumno podrá calcular la potencia necesaria para mover un fluido viscoso por una tubería.</p> <p>4) El alumno será capaz de obtener el perfil de velocidades en diferentes geometrías y alrededor de cuerpos incorporando los conceptos de capa límite.</p>	<p>para identificar la importancia de términos viscosos y de fricción en el movimiento de un fluido.</p>	<p>de ejercicios en clase.</p>	
---	--	--	--	--------------------------------	--

<b>NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:</b>	5) Introducción a la dinámica computacional de fluidos.	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:</b>	16 horas.
--	---	---	-----------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de software para visualizar el campo de velocidades de un flujo.</li> <li>• Comprensión de la importancia de los diagramas generados por computadora como un método de comunicación visual rápida y asequible para interactuar con otras disciplinas y público no especializado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones elementales en flujos planos.</li> <li>• Superposición de soluciones en flujos planos.</li> <li>• Flujos planos alrededor de cuerpos.</li> <li>• Introducción al análisis numérico.</li> </ul>	<p>1) El alumno será capaz de obtener perfiles de velocidad en tuberías y alrededor de cuerpos cerrados utilizando algún software capaz de generarlos.</p>	<p>1) Disposición para aprender a manejar un lenguaje de computación que permita desarrollar las competencias de este módulo.</p>	<p>Participación y discusión en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios en clase.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto</li> </ul>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (Sugeridas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostración con experiencias en clase, de las propiedades de los fluidos utilizando líquidos comunes con las diferentes características físicas que se pretenden ilustrar.</li> <li>• Deducción de las ecuaciones que describen el movimiento de un fluido discutiendo con los alumnos los principios que se utilizan y las aproximaciones que se involucran.</li> <li>• Se recomienda ilustrar el bloque temático referente al análisis dimensional con el concepto de "microfluidics".</li> <li>• Variando sistemáticamente tamaños de un sistema y alguna propiedad física del fluido, organizar equipos para obtener computacionalmente los campos de velocidades observados en un arreglo de flujo relativamente intrincado. La intención es mostrar la</li> </ul>

ventaja que puede tener el uso de la simulación cuando una solución analítica no es fácilmente asequible por tiempo o por limitaciones técnicas.

#### RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS (Sugeridos)

- Muestras de diversos líquidos (agua, aceite mineral, miel, aceite de silicón, gasolina, chapopote, mercurio, etc.)
- Pizarrón y gises o plumones de colores.
- Cañón y computadora portátil.
- Acceso a algún software de programación con buenas herramientas de visualización (MATLAB, COMSOL)

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

- Una evaluación escrita al final de cada unidad temática, exceptuando la última, que balancee preguntas conceptuales y problemas.
- Una tarea por cada unidad temática, exceptuando la última que contemple problemas y preguntas conceptuales.
- Un proyecto para la última unidad temática, de libre elección por el alumno en acuerdo con el profesor, en donde se apliquen los conceptos ya explicados para generar perfiles de velocidad para un flujo en particular en diferentes condiciones (i.e. viscosidades, geometrías, etc). El proyecto deberá ilustrar la conveniencia del uso de un software para obtener diagramas que presenten perfiles de velocidad o líneas de corriente para las cuales los métodos de aproximación numérica sean una necesidad debido a la complejidad del problema.

#### FUENTES DE INFORMACIÓN

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. White, F.M.; Mecánica de Fluidos, McGraw-Hill 5ª. Ed., España 2004. ISBN 84-481-4076-1
2. Currie, I.G.; Fundamental Mechanics of Fluids, Marcel Dekker, Inc., 3ª. Ed., USA 2003. ISBN 0-8247-0886-5
3. Kundu, P.K., Cohen, I.M.; Fluid Mechanics, Academic Press, 2nd. Ed., USA 2022. ISBN 0-12-178251-4
4. Landau, L.D., Lifshits, E.M.; Mecánica e Fluidos, Reverté, Barcelona 1986. ISBN 84-291-4080-8
5. Evett, J.B., Cheng, L.; 2500 Solved problems in fluid mechanics and hydraulics; Schaum's solved problems series, McGraw-Hill, USA 1989. ISBN 0-07-019783-0

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Aris, R.; Vectors, Tensors and the Basic Equations of Fluid Mechanics, Dover Inc.,
2. Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N., Transport Phenomena, John Wiley & Sons, 2nd. Ed., USA 2002. ISBN 0-471-41077-2
3. Smits, A.J., A Physical Introduction to Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, USA 2000. ISBN 0-471-25349-9
4. Warsi, Z.; Fluid Dynamics - Theoretical and Computational Approaches, CRC Press, 3ª. Ed., USA 2005. ISBN 0-849-33397-0
5. Zlokarnik, M.; Scale-up in Chemical Engineering, Wiley-VCH, 2nd. Ed., Germany 2006. ISBN 3-527-31421-0

##### OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

Para ilustrar el tópico sugerido de microfluidez, se recomienda T.M. Squires & S.R. Quake; Microfluidics: Fluid physics at the nanoliter scale. *Rev. Mod. Phys.* **77**, 977-1026, July 2005