

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
FI7025	Mecánica de Fluidos			
Nombre en Inglés				
Fluid mechanics				
créditos	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
9		3	1.5	10.5
Requisitos			Carácter del Curso	
FI3001 Vibraciones y ondas			Electivo licenciatura, postgrado	
Resultados de Aprendizaje				
<p>Describir la dinámica de fluidos viscosos y no viscosos en diversas configuraciones y regímenes, usando las herramientas de ecuaciones en derivadas parciales, análisis de Fourier, asintótico y tensorial. Construir los números adimensionales relevantes para describir una configuración y usarlos para analizar las propiedades los flujos.</p>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología de enseñanza y aprendizaje incluye dos clases expositivas y una ayudantía semanal. Adicionalmente, se espera una dedicación importante de trabajo personal por parte del estudiante.</p>	<p>Las instancias de evaluación del curso son: • Dos controles individuales. • Una tarea semanal individual. • Un examen individual final. Las evaluaciones se ponderarán siguiendo el reglamento de estudios de la Escuela de Ingeniería y Ciencias</p>

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
1	Difusión	1	
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía	
<ul style="list-style-type: none"> - Origen microscópico de la difusión - Ley de Fick - Ecuación de difusión - Difusión en una dimensión - Ecuación de advección-difusión - Ecuaciones de reacción-difusión 	<ul style="list-style-type: none"> • Enunciar y resolver la ecuación de difusión en una, dos y tres dimensiones para diferentes condiciones de borde dadas. • Enunciar y resolver la ecuación de advección-difusión en una, dos y tres dimensiones para diferentes condiciones de borde dadas. • Enunciar y resolver ecuaciones de reacción-difusión en una, dos y tres dimensiones en condiciones simples. • Reconocer las principales características de un proceso de transporte difusivo y el rol del coeficiente de difusión. 	(5) Capítulo 11 (4) Capítulos 17 y 18	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
2	Herramientas Matemáticas	1	
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía	
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis dimensional <ul style="list-style-type: none"> - Teorema π de Buckingham - Números adimensionales - Álgebra matricial <ul style="list-style-type: none"> - Notación de Einstein - Vectores y tensores <ul style="list-style-type: none"> - Transformación de coordenadas - Producto tensorial y producto interno <ul style="list-style-type: none"> - Tensores cartesianos - Tensores isotropos - Notación tensorial 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar análisis dimensional para establecer el número de cantidades adimensionales de un problema. • Definir cantidades adimensionales que le permiten establecer la relevancia relativa de diferentes términos de una ecuación. • Utilizar la notación tensorial y la notación de Einstein para escribir la dinámica de medios continuos. • Deducir leyes físicas a partir de las herramientas de análisis tensorial. 	(5) Capítulos 2 y 3	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
3	Cinemática de Fluidos	2	

Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - Descripción material y descripción espacial - Desplazamiento y velocidad - Derivada material y aceleración - Líneas de corriente, líneas de trayectoria y líneas de flujo - Descomposición del movimiento <ul style="list-style-type: none"> - Tasa de expansión - Tasa de cizalle o corte - Tensor tasa de deformación - Tensor de vorticidad - Función corriente 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar las descripciones material y espacial de un medio continuo. • Comprender la derivada material en la descripción espacial de un medio continuo. • Entender el concepto de líneas de corriente, líneas de flujo y líneas de trayectoria. • Descomponer el movimiento de un fluido en una traslación pura, expansión pura, cizalle puro y rotación y pura. • Calcular los tensores de tasa de expansión, tasa de cizalle, tasa de deformación y vorticidad a partir de un campo de velocidad dado. • Utilizar la función corriente para describir y visualizar un campo de velocidad en un en un fluido bidimensional o cuando existe una simetría dada. 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Capítulo 3 (2) Capítulo 2

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Dinámica de Fluidos	2.5

Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - Conservación de masa - Conservación de momentum <ul style="list-style-type: none"> - El tensor de esfuerzos - Ecuación de Cauchy - Conservación de momento angular - Conservación de energía - Leyes constitutivas <ul style="list-style-type: none"> - Ecuaciones de estado - Viscosidad - Ecuación de Navier-Stokes - Condiciones de borde - Flujo paralelo - El número de Reynolds 	<ul style="list-style-type: none"> • Enunciar las ecuaciones de masa, momentum y energía para un fluido, en su expresión más general. • Escribir las fuerzas que actúan en un medio continuo, diferenciando entre fuerzas de volumen y de superficie. • Utilizar el tensor de esfuerzos para escribir los esfuerzos y la tracción que actúan sobre un elemento de volumen. • Enunciar las ecuaciones de continuidad y de Navier-Stokes para un fluido incompresible. • Identificar las condiciones de borde más comunes que se encuentran en mecánica de fluidos. • Resolver las ecuaciones de Navier-Stokes para diferentes 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Capítulos 4 y 5 (2) Capítulo 3

	<p>flujos paralelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la importancia del número de Reynolds para identificar regímenes relevantes del comportamiento de los fluidos. 	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
5	Flujos a bajo Reynolds	2	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - Ecuación de Stokes - Ley de Stokes - Celda de Hele-Shaw - Suspensiones <ul style="list-style-type: none"> - Expansión multipolar - Suspensiones pasivas - Dinámica de micronadadores - Teorema de la almeja 		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar situaciones realistas en que la inercia de un fluido puede ser despreciada. • Enunciar la ecuación de Stokes para fluidos a bajo número de Reynolds. • Determinar la fuerza de arrastre sobre una esfera que se mueve con velocidad constante en un fluido viscoso a bajo número de Reynolds. • Utilizar el potencial de velocidad y la función corriente para describir flujos cuasi-bidimensionales simples que ocurren en una celda de Hele-Shaw. • Calcular los flujos generados por micronadadores usando la expansión multipolar 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Capítulo 9 (2) Capítulo 4 (3) Capítulo 6

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
6	Flujos a alto número de Reynolds	2.5	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - Ecuación de Bernoulli - Teorema de circulación de Kelvin - Ecuación de transporte para la vorticidad <ul style="list-style-type: none"> - Vórtice de Rankine - Dinámica de vórtices lineales - Flujo potencial - Flujo alrededor de un cilindro <ul style="list-style-type: none"> - Sustentación - Introducción a Turbulencia <ul style="list-style-type: none"> - Fenomenología - Cascada de energía 		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar situaciones realistas en que la viscosidad de un fluido puede ser despreciada. • Utilizar la ecuación de Bernoulli para resolver problemas de fluidos ideales. • Describir campos de velocidad en términos de la composición de potenciales de velocidad básicos. • Explicar el principio de sustentación. • Comprender el origen de la 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Capítulos 6, 7 y 12 (2) Capítulos 5, 6 y 7 (3) Capítulo 2,4, 7, 9

- Tensor de esfuerzos de Reynolds	turbulencia, la dificultad de su descripción cerrada y usa aproximaciones simples para calcular flujos turbulentos.	
-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
7	Análisis Asintótico	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis dimensional - Métodos de multiescalas - Aplicaciones <ul style="list-style-type: none"> - Problema de Stokes - Capa límite - Ley de Oseen - Deducción de la ley de Darcy en celdas de Hele-Shaw - Lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la utilidad de aplicar métodos asintóticos para describir regímenes con escalas espaciales o temporales muy diversas. • Aplicar métodos de multiescalas para calcular las soluciones cercanas y lejanas en problemas de dinámica de fluidos. 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Capítulos 8 y 10 (2) Capítulos 5

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
8	Ondas e Inestabilidades	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de Fourier y espectral - Ondas <ul style="list-style-type: none"> - Ondas de sonido - Ondas de superficie en fluidos inviscidos - Ondas internas - Efectos disipativos - Inestabilidades hidrodinámicas <ul style="list-style-type: none"> - Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz - Inestabilidad de Rayleigh-Plateau - Inestabilidad de Rayleigh-Bénard 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica métodos espectrales y de análisis de Fourier para calcular las propiedades ondulatorias y de las inestabilidades en fluidos. • Calcular las relaciones de dispersión en ondas de sonido, de superficie e internas. • Calcular los umbrales de inestabilidad, las tasas de crecimiento y los modos inestables para algunos flujos inestables en fluidos. 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Capítulo 11 (3) Capítulo 5, 8, Apéndice

Bibliografía General
<p>Bibliografía obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) E. Guyon, J.-P. Hulin, L. Petit y C. D. Matescu, "Physical Hydrodynamics" (2nd ed.), Oxford University Press (2012) (2) G. K. Batchelor, "An Introduction to fluid dynamics", Cambridge University Press (2001) (3) T. E. Faber, "Fluid dynamics for physicists", Cambridge University Press (1995) (4) R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, D.J. Klingenberg, "Introductory Transport Phenomena", Wiley (2014) (5) A. Aris, "Vectors, Tensors and the Basic Equations of Fluid Mechanics", Dover Publications (1990)

Bibliografía Complementaria:

(6) A. J. M. Spencer, "Continuum Mechanics", Dover (2004)

Vigencia desde:	2022
Elaborado por:	Rodrigo Soto
Revisado por:	