

Curso Académico: ( 2018 / 2019 )

Fecha de revisión: 10-05-2016

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

Coordinador/a: RODRIGUEZ RODRIGUEZ, FRANCISCO JAVIER

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 2 Cuatrimestre : 2

**MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO**

Cálculo I y II  
 Álgebra Lineal  
 Ecuaciones Diferenciales  
 Biomecánica del medio continuo I (mecánica del sólido)

**COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.**

- Los estudiantes deben familiarizarse con los conceptos básicos de la Mecánica de Fluidos: leyes de conservación, análisis dimensional, simplificación de las ecuaciones generales, etc.
- Los estudiantes deben adquirir fluidez en el uso de las herramientas matemáticas usadas comúnmente en Mecánica de Fluidos: ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, uso de diferentes sistemas de coordenadas, integrales de superficie y volumen, variable compleja, etc.

**DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA**

- 1.- Introduction to fluid mechanics
  - 1.1. Solids, liquids and gases
  - 1.2. The continuum hypothesis
  - 1.3. Density, velocity and internal energy
  - 1.4. Local thermodynamic equilibrium. Equations of state.
- 2.- Kinematics of the fluid flow
  - 2.1. Eulerian and Lagrangian descriptions
  - 2.2. Uniform flow. Steady flow. Stagnation points.
  - 2.3. Trajectories. Paths. Streamlines.
  - 2.4. Substantial derivative. Acceleration.
  - 2.5. Circulation and vorticity. Irrotational flow. Velocity potential.
  - 2.6. Stream function
  - 2.7. Strain-rate tensor
  - 2.8. Convective flux. Reynolds transport theorem.
- 3.- Conservation laws in fluid mechanics
  - 3.1. Continuity equation in integral form
  - 3.2. Volume and surface forces
  - 3.3. Stress tensor. Navier-Poisson law
  - 3.4. Forces and moments on submerged bodies.
  - 3.5. Momentum equation in integral form. Angular momentum equation.
  - 3.6. Heat conduction vector. Energy equation in integral form.
- 4.- The Navier-Stokes equations
  - 4.1. Navier-Stokes equations.
  - 4.2. Initial and boundary conditions.
  - 4.3. Bernoulli's equation
- 5.- Dimensional analysis
  - 5.1. Dimensional analysis. The Pi theorem.
  - 5.2. Applications
  - 5.3. Nondimensionalization of the Navier-Stokes equations
  - 5.4. Dimensionless numbers in fluid mechanics
- 6.- Flow in ducts with biomedical applications: circulatory flow, flow in airways
  - 6.1. Unidirectional flows
  - 6.2. The Stoke's problem
  - 6.3. Quasi-one-directional flow
  - 6.4. Applications to flows of interest in biology

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales: los conceptos principales de la Mecánica de Fluidos se derivarán de manera rigurosa usando herramientas físicas y matemáticas.

Clases en grupo reducido: se usarán los conceptos deducidos en las clases magistrales para resolver problemas. Además, se introducirán nuevos conceptos a través de ejemplos concretos.

Ejercicios para hacer en casa: el alumno realizará en casa dos ejercicios correspondientes a dos áreas de la Mecánica de Fluidos.

Clases de laboratorio: los estudiantes se familiarizarán con el uso de herramientas numéricas (computacionales) para resolver un flujo canónico de interés biomédico.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

- 1) Examen parcial. Cubrirá aproximadamente la mitad del programa. Si la nota es  $\geq 5.0$ , el estudiante no necesita examinarse de esta parte en el final (40% de la nota total)
- 2) Examen final. Cubrirá la segunda mitad del programa. Además, el estudiante tendrá otra oportunidad de aprobar el examen sobre los contenidos de la primera mitad. Se requiere una nota media de 5.0 en el final para aprobar el curso (40% de la nota total)
- 3) Ejercicios de casa (10%). Los estudiantes deberán entregar dos ejercicios para hacer en casa.
- 4) Sesiones de laboratorio (4): análisis semi-analítico y simulación numérica del flujo en una arteria. Caracterización experimental del mismo usando Velocimetría por Imágenes de Partículas (PIV). Los informes del laboratorio supondrán 10% de la nota final.

**Peso porcentual del Examen Final:** 40

**Peso porcentual del resto de la evaluación:** 60

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- G.I. Barenblatt Scaling, Cambridge University Press, 2003
- G.K. Batchelor An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 2000
- Landau L.D., Lifshitz E.M. Fluid Mechanics, Pergamon Press, 1989
- Y.C. Fung Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, Second Edition, Springer; 2nd edition, 1993
- Y.C. Fung Biomechanics: Circulation, Springer; 2nd edition, 1996
- Y.C. Fung Biomechanics: Motion, Flow, Stress, and Growth, Springer, 1998