

FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS

Profesor Responsable: Giovanni Calderón Silva
Departamento: Matemáticas
Tipo de asignatura: Curso nivel II (Doctorado)
Área de estudio: Análisis numérico, Ecuaciones Diferenciales Parciales y Mecánica de Fluidos
Prelación: --
Semestre A - 2008

El curso pretende dar al estudiante una sólida comprensión de los conceptos, técnicas y resultados básicos que le pongan en disposición de comprender las múltiples aplicaciones de la Mecánica de Fluidos en la vida actual y le posibilite realizar estudios más profundos, sean estos de orientación teórica o aplicada.

Contenido programático

1 El medio continuo

- 1.1 Concepto y problema del medio continuo
- 1.2 Consideración física. Descripción matemática del movimiento. Cinemática
- 1.3 Formulación lagrangiana y euleriana
- 1.4 Trayectorias, líneas de corriente y líneas de emisión
- 1.5 Un repaso de cálculo. La derivada material. Coordenadas curvilíneas. Operadores diferenciales

2 Leyes físicas

- 2.1 La ley de conservación
- 2.2 Incompresibilidad y homogeneidad
- 2.3 Ecuación de continuidad. Versión euleriana
- 2.4 Versiones integrales y teorema del transporte
- 2.5 Ley modificada
- 2.6 El teorema de Gauss
- 2.7 Tubos de flujo
- 2.8 Coordenadas curvilíneas- La divergencia

3 Ley dinámica. Conservación de la cantidad de movimiento

- 3.1 La cantidad de movimiento y el tensor de esfuerzos. Ley de Newton para los fluidos
- 3.2 Primera idea de los sistemas complejos
- 3.3 Simetría del tensor de esfuerzos
- 3.4 Ejes no inerciales. Aceleración de Coriolis

4 La conservación de la energía. El calor y la temperatura

- 4.1 Variables termodinámicas. Conceptos de energía interna
- 4.2 La ley de conservación
- 4.3 Transporte de calor en un medio en reposo. Ecuación del calor no lineal (de los medios porosos)
- 4.4 El tensor velocidad de deformación
- 4.5 El laplaciano en coordenadas curvilíneas

5 Los fluidos perfectos. El caso incompresible

- 5.1 Medios continuos y fluidos
- 5.2 Problemas matemáticamente bien propuestos
- 5.3 Fluidos perfectos. Ecuación de Euler
- 5.4 Fluidos perfectos incompresibles
- 5.5 Fluidos ideales
- 5.6 Resultados de existencia y unicidad
- 5.7 Descomposición y análisis local de la velocidad. Concepto de vorticidad

- 5.8 Flujos irrotacionales y potenciales
- 5.9 Fórmulas de Bernoulli
- 5.10 Problemas de frontera libre. Tensión superficial
- 5.11 Algunos ejemplos clásicos
- 6 Los fluidos viscosos**
 - 6.1 Fluidos newtonianos. Ecuación de Navier-stokes
 - 6.2 Fluidos viscosos incompresibles
 - 6.3 Escalas, cálculo adimensional y número de Reynolds
 - 6.4 Comportamiento límite. Ecuación de Stokes
 - 6.5 Ejemplos clásicos de Couette y de Poiseuille
 - 6.6 Flujo de Poiseuille, inestabilidad y turbulencia
 - 6.7 Viscosidad y difusión
 - 6.8 Problemas con simetría polar. Flujo de Couette
 - 6.9 Cálculo de la presión en fluidos incompresibles
 - 6.10 Fluidos inmiscibles. Problema de frontera libre
 - 6.11 Primer apunte de la teoría matemática
 - 6.12 Variación de la energía
 - 6.13 Fluidos no newtonianos
- 7 Los fluidos perfectos compresibles**
 - 7.1 Fluidos perfectos compresibles
 - 7.2 Gases ideales
 - 7.3 Concepto de entropía. Funciones de estado
 - 7.4 Gases reales
 - 7.5 Flujos isentrópicos, isotermos y barotrópicos
 - 7.6 Leyes de conservación. Ondas de choque
 - 7.7 La ecuación de Burgers
 - 7.8 Solución de entropía para leyes de conservación
 - 7.9 Complementos sobre la termodinámica
 - 7.10 El modelo más simple de la cinética de gases

Metodología

- Curso tutorial.

Bibliografía

- Juan Luís Vázquez, Fundamentos Matemáticos de la Mecánica de Fluidos. Universidad Autónoma de Madrid, 2003 Spain.
- G.K. Batchelor, An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge Univ. Press, 1967.
- D.V. Widder, The heat equation. Academic Press, New York, 1975.