

Mecánica II (Mecánica de Fluidos)

Motivación

El curso se centra en el estudio de la mecánica de los fluidos (líquidos y gases) a escala macroscópica respecto de la distancia entre moléculas. Esta descripción es una idealización que no tiene en cuenta la estructura molecular de los líquidos. Vamos a suponer que es válida la *hipótesis del continuo*, es decir que el comportamiento macroscópico de los líquidos es el que se obtendría si su estructura fuera perfectamente continua, de manera que cantidades físicas como masa y momento asociadas a materia contenida en un volumen van estar distribuidas uniformemente sobre este en lugar de estar concentradas en una porción pequeña del mismo. La validez de la *hipótesis del continuo* es evidente de experiencia diaria, de hecho las propiedades del agua o del aire varían de forma continua y suave. Se estudiarán observables como velocidad, densidad y presión. Estas propiedades deben ser entendidas como valores medios sobre volúmenes que contienen un número grande de moléculas pero que son suficientemente pequeños para ser considerados "infinitesimales" con respecto a la escala de longitud en la que varía la propiedad estudiada.

La Mecánica de los Fluidos es una rama de la Física con una amplia gama de aplicaciones en otras disciplinas, como geofísica, astrofísica, biología e ingeniería.

Programa:

Parte I: CINEMÁTICA

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO: Descripción Lagrangeana – Descripción Euleriana – Campo de velocidad - Aceleración en Fluidos – Derivadas locales y convectivas – Descripción de Flujos.

MATEMÁTICA: Tensores cartesianos – Definición – Fuerzas de Superficie – Operadores diferenciales – Tensores simétricos y anti-simétricos – Teorema de Gauss y Teorema de Stokes.

DEFORMACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE FLUJOS: Deformaciones longitudinales y volumétricas – Ecuación de continuidad – Deformaciones por cizalladura – Tensor de deformaciones – Vorticidad y Circulación – Movimientos relativos – Flujos vortiginosos rotacionales e irrotacionales – Función corriente.

Parte II: DINÁMICA DE FLUIDOS

FUERZAS EN FLUIDOS: Fuerzas volumétricas de superficie y de línea – Tensor de esfuerzos

FLUIDOS EN REPOSO: Condiciones de equilibrio – Flotación en un fluido en

reposo – Equilibrio estático de medios compresibles – Fluidos en reposo bajo gravedad externa – Fluidos auto-gravitantes.

LEYES DE CONSERVACIÓN Y ECUACIONES DINÁMICAS:

Teorema de Leibniz – Teorema de Reynolds – Volumen material y de control – Conservación de masa – Ecuación de continuidad – Conservación de impulso y ecuación de Cauchy – Conservación de impulso en un volumen de control – Conservación de impulso angular –

ECUACIONES DINÁMICAS: Ecuación constitutiva en fluidos Newtonianos – Ecuación de Navier Stokes – Ecuación de Euler – Ecuación de Bernoulli - Sistemas rotantes – Dinámica de vórtices.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA Y TERMODINÁMICA: Conservación de energía mecánica – Energía térmica y primera ley de la termodinámica – Segunda ley de la termodinámica – Aproximación de Boussinesq

Parte III: FLUIDOS PERFECTOS FLUJOS POTENCIALES

TEOREMA DE CIRCULACIÓN DE KELVIN

FLUJOS BIDIMENSIONALES: Potencial de velocidad – Condiciones de contorno – Potencial complejo – Fuentes sumideros y dobletes – Flujo sobre una nariz – Un cilindro en una corriente – Cilindro rotante – Arrastre y sustentación en 2 dimensiones – Teorema de Blasius - Efecto Magnus.

TEORÍA DE PERFILES: Teorema de Kutta Joukowski – Transformación de Joukowski – Sustentación de un ala.

ONDAS DE SUPERFICIE: Ondas de gravedad – Relación de dispersión – Características de las ondas de gravedad – Camino de las partículas fluidas – Aguas profundas y playas – Ondas de tensión superficial – Solitones – Ecuación de Kortweg de Vries – Ondas cnoidales.

Parte IV: FLUJOS VISCOSOS

ANÁLISIS DIMENSIONAL SIMILITUD DINÁMICA: Adimensionalización de la ecuación de Navier Stokes – Número de Reynolds – Número de Froude – Matriz dimensional – Teorema Pi – Números adimensionales.

FLUJOS DE BAJO NÚMERO DE REYNOLDS: Flujo de Couette – Flujo de Poiseuille – Fuerza de Stokes

FLUJOS DE ALTO NÚMERO DE REYNOLDS: Teoría de capa límite – Espesor de la capa límite – Condiciones de consistencia - Capa plana – Solución de Blasius – Rotura del flujo laminar Desprendimiento de la capa límite – Cambios de régimen para crecientes números de Reynolds – Efecto Robin.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- An Introduction to Fluid Dynamics by G. K. Batchelor, G.K. Batchelor
- 2- Fluid Mechanics by L.D. Landau and E.M.Lifshitz
- 3- Fluid Mechanics by Pijush K. Kundu
- 4- Mecánica de Fluidos by R.E. Meyer
- 5- Incompressible Flow by Ronald L. Panton
- 6- Dinámica de los Fluidos by M.F. Hughes