

Mecánica del Continuo

Programa

1. Fuerzas en el interior de un medio continuo

Distinción cualitativa entre líquidos, gases y sólidos. Hipótesis del continuo. Fuerzas de volumen y de superficie. Esfuerzos y tensor de los esfuerzos, propiedades de simetría. Diagonalización Parte isótropa y no isótropa del tensor de los esfuerzos. Esfuerzo normal promedio.

2. Deformación de un medio continuo

Análisis del desplazamiento relativo en el entorno de un punto: Teorema de Helmholtz. Tensor de las derivadas del desplazamiento, parte simétrica y antisimétrica. Deformaciones y rotaciones. El tensor de deformación. ejes principales de deformación. Compresiones, expansiones y deformaciones con y sin cambio de volumen. Consideraciones para un fluido (campo de velocidad) y para un sólido (campo de desplazamiento).

3. Ecuaciones básicas de la Elasticidad

La Termodinámica de la deformación. Ley de Hooke. Deformaciones homogéneas: extensión y compresión simple. Deformaciones con cambio de temperatura. Las ecuaciones de equilibrio para cuerpos isótropos.

4. El equilibrio de varillas y placas

Energía de una placa flexionada. Ecuación de equilibrio para una placa. Deformaciones longitudinales. Grandes deflexiones de placas. Torsión de varillas. Flexión de varillas. La energía de una varilla deformada. Las ecuaciones de equilibrio de una varilla. Pequeñas deflexiones de varillas. Estabilidad de sistemas elásticos.

5. Hidrostática

El tensor de los esfuerzos para fluidos en reposo: presión. La presión en los gases perfectos. Fuerza de empuje. Atmósfera isotérmica, atmósfera adiabática. Estabilidad del equilibrio, gradiente adiabático. Interfase entre dos fluidos. Tensor de los esfuerzos en la interfase: tensión superficial y su interpretación física. Equilibrio de fluidos en contacto: gotas y burbujas. Contactos triples, capilaridad.

6. Ecuaciones básicas de la Mecánica de Fluidos

Descripción lagrangiana y euleriana. Campo de velocidad. Integrales materiales y sus derivadas. Divergencia de la velocidad y tasa de expansión. Ecuación de la conservación de la materia. Ecuación de movimiento: formas diferenciales e integrales lagrangianas y eulerianas. Expresiones del tensor de los esfuerzos: relaciones entre el tensor de los esfuerzos y el tensor tasa de deformación. Fuerzas viscosas. Ecuaciones de Navier-Stokes, formas simplificadas. Ecuación de la energía: cambios reversibles y cambios irreversibles. Fluidos invíscidos: la ecuación de Euler

7. Propiedades generales de los flujos no viscosos

Formas particulares de la ecuación de Euler. Flujo incompresible, caso general y caso estacionario. Flujo compresible, caso estacionario y caso homoentrópico, forma integral para flujos sin vorticidad. Ecuación de la vorticidad y ecuación de Helmholtz, variación de la vorticidad por deformación. Forma integral: ley de Kelvin. Congelamiento de la

vorticoidad.

8. Flujos irrotacionales e incompresibles

Potencia de la velocidad. Condiciones para determinar el campo de velocidad en espacios simplemente conexos. Flujos alrededor de regiones singulares: fuentes y sumideros puntuales y lineales, vórtices. Flujos potenciales incompresibles estacionarios y planos, la función corriente. Condiciones para la determinación del flujo: regiones de conexión simple y múltiple, constantes cíclicas. Tratamiento en el plano complejo, el potencias complejo. Flujos particulares. Teorema del círculo. El problema del arrastre: teorema de Blasius. Arrastres sobre un cilindro con y sin circulación: efecto Magnus.

9. Propiedades generales de flujos viscosos

La presión modificada. La ecuación para la vorticoidad. Solución de las ecuaciones de Navier-Stokes en flujos planos sin vorticoidad. Flujos viscosos sin vorticoidad inicial; condiciones de contorno en interfases fluido-sólido. Generación de la vorticoidad: capa vorticosa y su difusión. Número de Reynolds, interpretación. Similaridad dinámica, aplicación al problema del arrastre de esferas. El arrastre de Stokes, rango de aplicación. Comportamiento cualitativo para altos números de Reynolds. Flujos entre planos y conductos de sección circular. Campo de velocidad, fuerza. sobre las paredes. Impedancia de conductos. Capa límite laminar. Capa límite elemental. Ecuaciones de movimiento: Teoría. de Prandtl. Campo de velocidad exterior uniforme, autosimilaridad. Estabilidad de la capa limite: despegue.

10. Análisis dimensional: Teorema Pi de Buckingham - Diversos ejemplos en la Física

Bibliografía básica utilizada

- R. Gratton & J. A. Diez, *Elementos básicos de Mecánica de Fluidos*, Apunte de Cátedra (135 páginas).
- S. Timoshenko & J. N. Goodier, *Teoría de la Elasticidad*, Ed. Urmo, 1975.
- G. K. Batchelor, *An Introduction lo Fluid Dynaiúcs*, Cambridge Univ. Press, 1980.
- L. D. Landau & E. M. Lfshltz, *Fluid Mechanics*, Pergamon Press, 1986.
- L. D. Landau & E. M. Lifshitz, *Theory of Elasticity*, Pergamon Press, 1986.
- A. Sommerfeld, *Mechanics of Continuous Medía*, Academic Press, 1950.
- E. Guyon, J. P. Hulin & L. Petit, *Hydrodynamique Physique*, InterEditions, Editions du CNRS, 1991.
- D. J. Acheson, *Elementary Fluid Dynamics*, Clarendon Press, Oxford, 1990.

Bibliografía de consulta

- W. Li & S. H. Lam, *Principles of Fluid Mechanics*, Addison Wesley Pub. Co., 1964.
- L. I. Sedov, *Similarity and Dimensional Methods in Mechanics*, London, Infosearch, 1959.
- Ya. B. Zel'dovich & Yu. P. Ralzer, *Physics of Shock Waves and High Temperature Hydrodynamic Phenomena*, New York, Academic Press, 1967.