

Guía docente

250952 - MECMEDCON - Mecánica de Medios Continuos

Última modificación: 17/06/2024

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA (Plan 2012). (Asignatura obligatoria).
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN MECÁNICA COMPUTACIONAL (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE LA CONSTRUCCIÓN (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2024

Créditos ECTS: 5.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JAVIER BONET CARBONELL

Otros: CARLOS AGELET DE SARACIBAR BOSCH, RAMON CODINA ROVIRA, ORIOL LLOBERAS VALLS

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso consta de 40 horas de clase presencial, que se imparten de manera semi-intensiva, de forma intensiva de lunes a viernes durante las dos primeras semanas y después un día a la semana.

Las clases presenciales incluyen teoría, problemas y actividades dirigidas. Para cada tema, se introducen los conceptos teóricos necesarios, se presentan y resuelven algunos ejemplos, se plantean y resuelven de forma interactiva algunos ejercicios, se proponen ejercicios evaluables que el estudiante ha de resolver en clase con la tutela personalizada del profesor, y se asignan ejercicios evaluables que el estudiante ha de resolver fuera del aula.

El estudiante dispone como material docente básico para el seguimiento y comprensión del curso: (1) los ficheros en formato pdf con los contenidos actualizados de las clases; (2) las grabaciones en video de las clases presenciales impartidas en el curso 2012-2013; las referencias bibliográficas básicas y complementarias.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Es un curso completo en mecánica no lineal del medio continuo enfocado a ingenieros. Se realiza una profunda revisión de los conceptos fundamentales, incluido el movimiento, deformaciones, esfuerzos, balance de leyes de balance, principios variacionales y una introducción a la Mecánica de sólidos y de fluidos.

* El alumno será capaz de entender y asimilar los fundamentos de la mecánica de sólidos identificando los aspectos más importantes en la modelación de un material, como los mecanismos de disipación asociados al comportamiento no lineal. Debe ser capaz de interpretar el significado físico de las propiedades del material e identificar correctamente los métodos numéricos para la solución de los problemas de mecánica de sólidos con su aplicación en la elasticidad y conocer los fundamentos de la mecánica de fluidos

*El alumno desarrollará habilidades prácticas para manejar tensores, formular y realizar análisis de diversos problemas de ingeniería en sólidos.

* Álgebra tensorial (definiciones, invariantes, gradientes, divergencias, rotacionales, teoremas integrales...).

* Cinemática: movimientos y deformación (tensores de deformación).

* Pequeñas deformaciones y compatibilidad.

* Tensores de esfuerzos.

* Leyes de balance

* Leyes constitutivas (ley de la termodinámica, energía de deformación, elasticidad)

* Problemas del valor del contorno en elasticidad lineal (2D)

* Introducción a la plasticidad (Von Mises, Tresca, Mohr Coulomb)

* Fluidos ideales y flujo potencial.

* Flujo viscoso incompresible (con una introducción al flujo turbulento)

Recursos para el aprendizaje:

o Notas de clase.

o Bonet, J, Gil AJ, Wood RD, Nonlinear Solid Mechanics for Finite Element Analysis - Statics, Cambridge University Press

o Bonet, J, Gil AJ, Wood RD, Nonlinear Solid Mechanics for Finite Element Analysis - Dynamics, Cambridge University Press

o Holzapfel, G.A., Nonlinear solid mechanics, a continuum approach for engineering, Wiley, 2000

o Currie,

Los objetivos principales del curso son la presentación, comprensión y dominio de los fundamentos básicos de la mecánica no-lineal de medios continuos, y su aplicación a la mecánica de sólidos y mecánica de fluidos.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas grupo pequeño	9,8	7.83

Dedicación total: 125.1 h

CONTENIDOS

Álgebra Tensorial

Descripción:

En este tema se introduce la notación a utilizar en el curso y se hace un repaso, bastante exhaustivo, de los principales conceptos del álgebra vectorial y tensorial.

Contenido:

- Introducción
- Álgebra vectorial
- Álgebra tensorial
- Tensores de más alto orden
- Operadores diferenciales
- Teoremas integrales

Problemas**Objetivos específicos:**

Los objetivos son introducir la notación tensorial que se va a utilizar en el curso y hacer un repaso de álgebra tensorial.

Dedicación: 9h 36m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 1h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 5h 36m

Movimiento

Descripción:

En este tema se introducen las hipótesis principales de la Mecánica de los Medios Continuos y los principales conceptos de la cinemática no-lineal de partículas: ecuación del movimiento, descripción material y espacial de las propiedades del medio continuo, derivadas material, espacial y convectiva, desplazamiento, velocidad, aceleración, trayectorias, líneas de corriente, superficies material y espacial, y volúmenes material y espacial.

Contenido:

- Definición de Medio Continuo
- Ecuación del movimiento
- Descripción material y espacial
- Derivada material y espacial
- Desplazamientos
- Velocidades
- Aceleraciones
- Trayectorias
- Líneas de corriente
- Superficie material y espacial
- Volumen material y espacial

Problemas**Objetivos específicos:**

El objetivo es introducir los principales conceptos de la cinemática no lineal de partículas.

Dedicación: 10h 48m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h 18m

Deformaciones

Descripción:

En este tema se introducen los principales aspectos de la cinemática no-lineal de deformaciones del medio continuo.

Contenido:

- Tensor gradiente de la deformación
- Tensores gradiente material y espacial de los desplazamientos
- Tensores de deformación de Green-Lagrange y de Almansi
- Deformación volumétrica
- Variación del área
- Descomposición polar del tensor gradiente de la deformación
- Estiramientos
- Variación de ángulos
- Tensor gradiente espacial de la velocidad
- Tensores velocidad de deformación y velocidad de rotación
- Derivadas materiales de distintos tensores

Problemas

Objetivos específicos:

El objetivo es introducir los principales conceptos y tensores asociados a la deformación de un medio continuo.

Dedicación: 16h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 9h 48m

Deformaciones infinitesimales

Descripción:

En este tema se introducen las hipótesis del marco de deformaciones infinitesimales y se obtienen las correspondientes expresiones simplificadas a utilizar en el contexto de deformaciones infinitesimales. Se introduce también el concepto de ecuaciones de compatibilidad para el caso del tensor de deformaciones infinitesimales.

Contenido:

- Hipótesis de la teoría de deformaciones infinitesimales
- Tensor gradiente de los desplazamientos
- Tensor infinitesimal de deformación
- Variación de volumen infinitesimal
- Descomposición polar
- Estiramientos
- Variación de ángulos
- Notación matricial
- Ecuaciones de compatibilidad

Problemas

Objetivos específicos:

Los objetivos principales son introducir las hipótesis de la teoría infinitesimal de la deformación y particularizar los tensores introducidos en el caso no lineal, al caso de deformaciones infinitesimales.

Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 7h

Tensiones

Descripción:

En este tema se introducen los conceptos de fuerzas y de tensiones sobre un medio continuo.

Contenido:

- Fuerzas másicas y de superficie
- Teoremas de Cauchy
- Tensores de tensiones de Cauchy y primero de Piola-Kirchhoff
- Piola transformation and Piola identity
- Tensores de tensiones de Kirchhoff y segundo de Piola-Kirchhoff

Objetivos específicos:

Los objetivos principales son introducir los conceptos de fuerzas y de tensores de tensión.

Dedicación: 4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Ecuaciones de conservación/balance

Descripción:

En este tema se introducen los principios fundamentales de conservación/balance de un medio continuo, en forma global/local y material/espacial. El objetivo final es llegar a plantear las ecuaciones de gobierno de un problema de mecánica de medios continuos.

Contenido:

- Ecuaciones fundamentales de conservación/balance
- Conservación de la masa
- Flujo convectivo de una propiedad
- Lema de Reynolds
- Teorema del transporte de Reynolds
- Balance de la cantidad de movimiento
- Balance del momento de la cantidad de movimiento
- Termodinámica
- Primer principio de la termodinámica. Balance de energía
- Segundo principio de la termodinámica
- Procesos termodinámicos
- Ecuaciones de gobierno
- Problemas mecánico y térmico desacoplados

Problemas

Objetivos específicos:

Los objetivos principales son introducir los principios fundamentales de conservación / balance y obtener, en forma local espacial y material, las ecuaciones de gobierno de un problema de mecánica de medios continuos.

Dedicación: 21h 36m

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h 36m

Elasticidad lineal

Descripción:

En este tema se presentan los principales conceptos de elasticidad lineal, llegando a plantear y resolver el problemas elástico lineal.

Contenido:

- Modelo elástico lineal
- Problema elástico lineal
- Solución del problema elástico lineal
- Coordenadas curvilíneas ortogonales
- Elasticidad lineal plana

Problemas

Objetivos específicos:

Los objetivos principales son introducir las ecuaciones constitutivas para el modelo elástico lineal y llegar a formular y resolver el problema elástico lineal.

Dedicación: 16h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 9h 48m

Mecánica de fluidos

Descripción:

En este tema se introducen los conceptos adicionales necesarios para formular un problema genérico de mecánica de fluidos.

Contenido:

- Introducción
- Ecuaciones constitutivas
- Ecuaciones de gobierno

Objetivos específicos:

El objetivo principal es introducir las ecuaciones constitutivas para un problema de mecánica de fluidos.

Dedicación: 2h 24m

Grupo grande/Teoría: 1h

Aprendizaje autónomo: 1h 24m

Fluidos Newtonianos

Descripción:

En este tema se introduce la ecuación constitutiva para un fluido Newtoniano y se plantea y resuelve un problema de mecánica de fluidos para fluidos Newtonianos.

Contenido:

- Ecuación constitutiva
- Ecuaciones de gobierno
- Condiciones de contorno
- Coordenadas curvilíneas ortogonales

Problemas

Objetivos específicos:

Los objetivos principales son introducir las ecuaciones constitutivas para un fluido Newtoniano y llegar a plantear y resolver un problema de mecánica de fluidos para un fluido Newtoniano.

Dedicación: 13h 12m

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 7h 42m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de la evaluación continuada (30%) y del examen final (70%).

Evaluación continuada: El estudiante tiene que resolver a lo largo del curso y de forma tutelada por el profesor, varios ejercicios y problemas, tanto dentro del aula (durante las horas de clase), como fuera de ella.

Examen final: El examen final consta de unas cuestiones y problemas, similares a los que se han planteado y resuelto en clase.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Evaluación continuada: Si no se realiza alguna de las actividades de evaluación continuada en las fechas programadas, se considerará como puntuación cero.

Examen final: El examen final será con libros abiertos.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Bonet, J.; Gil, A.J.; Wood R.D. Nonlinear Solid Mechanics for Finite element Analysis : statics. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. ISBN 9781107115798.
- Bonet, J.; Wood, R.D. Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis [en línea]. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008 [Consulta: 15/10/2024]. Disponible a: <https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/nonlinear-continuum-mechanics-for-finite-element-analysis/67AD6DBAAB77E755C09E7FB82565DA0B>. ISBN 9780521838702.
- Bonet, J.; Gil A.J.; Wood R.D. Nonlinear Solid Mechanics for Finite Element Analysis : dynamics [en línea]. New York: Cambridge University Press, 2021 [Consulta: 15/10/2024]. Disponible a: <https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/nonlinear-solid-mechanics-for-finite-element-analysis-dynamics/1424900AC005178702008378835A7A18>. ISBN 9781107115620.

Complementaria:

- Holzapfel, G.A. Nonlinear solid mechanics: a continuum approach for engineering. Chichester: John Wiley & Sons, 2000. ISBN

0471823198.

- Oliver, X.; Agelet de Saracibar, C. Continuum mechanics for engineers: theory and problems [en línea]. 2nd ed. Barcelona: els autors, 2017 [Consulta: 02/02/2021]. Disponible a: <http://agelet.rmee.upc.edu/books/CM-english.pdf>.
- Oliver Olivella, X.; Agelet de Saracibar, C. Mecánica de medios continuos para ingenieros [en línea]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 10/05/2021]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36197>. ISBN 848301582X.
- González, O.; Stuart, A.M. A first course in continuum mechanics. Cambridge: Cambridge University, 2008. ISBN 9780521886802.
- Marsden, J.E.; Hughes, T.J.R. Mathematical foundations of elasticity. New York: Dover, 1994. ISBN 0486678652.
- Truesdell, C.; Noll, W. The non-linear field theories of mechanics. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag, 2004. ISBN 3540027793.