Guía docente
295758 - 295EM113 - Comportamiento Mecánico de Materiales y su Simulación

Última modificación: 26/06/2025

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 702 - CEM - Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E INGENIERÍA AVANZADA DE MATERIALES (Plan 2019). (Asignatura optativa).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: FERHUN CEM CANER BASKURT

Otros: NOEL LEÓN ARBITER
FERHUN CEM CANER BASKURT
LUIS LLANES PITARCH

CAPACIDADES PREVIAS

Titulación en ciencias o ingeniería. Conocimiento básico de la relación entre la microestructura de los materiales y su comportamiento mecánico. Conocimiento básico del comportamiento mecánico y de la resistencia de materiales.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
CEMCEAM-02. Aplicar métodos innovadores para el diseño, simulación, optimización y control de procesos de producción y transformación de materiales
CEMCEAM-04. Realizar inspecciones y control de calidad de materiales y los procesos de producción, transformación y utilización

METODOLOGÍAS DOCENTES

Durante el curso se imparten clases teóricas y de problemas, junto con actividades de simulación por Abaqus o Matlab u otro software y actividades de laboratorio. Se realizan varias evaluaciones, en el formato de examen presencial y de trabajo escrito.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo de este curso es combinar conocimientos teóricos y prácticos del comportamiento mecánico de los materiales de ingeniería. El curso da especial relevancia a la elasticidad en 3D y plasticidad en 3D tanto a la escala macro como a las escalas micro y nano. A la escala macro el análisis tensorial gana importancia y por lo tanto se realizará una introducción a los tensores de manera más sencilla possible. El conocimiento tensorial también facilitará el aprendizaje del comportamiento mecánico a escala micro. Las prácticas se realizarán usando simulación por Abaqus, Matlab y otro software que se considera oportuno. A diferencia de prácticas en un laboratorio físico, empleando diversas técnicas de simulación se creará un laboratorio virtual donde se puede experimentar y visualizar un rango mucho más amplio del comportamiento de materiales a diversas escalas.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	28,0	18.67
Horas grupo pequeño	14,0	9.33
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Tema 1. Configuración de ensayos mecánicos más utilizados y parámetros

Descripción:
Definición de tensión y de deformación unitaria. Respuesta mecánica de materiales estructurales: conceptos básicos de elasticidad y plasticidad. Tipos de curvas que relacionan solicitación vs. respuesta mecánica del material: ingenieril, verdadera e intrínseca. Características que las definen. Configuraciones de ensayos más empleados, parámetros mecánicos que se obtienen y sentido físico, particularidades prácticas de cada configuración: Tracción, flexión (en 3 y 4 puntos), compresión uniaxial. Ecuaciones constitutivas más empleadas.

Dedicación: 9h 20m
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 6h 20m

Tema 2. Viscoelasticidad de materiales

Descripción:
Introducción a la viscoelasticidad lineal de materiales. Respuesta en solicitaciones estáticas: Ensayos de Creep, Relación de tensiones y Creep-recovery, parámetros que la cuantifican. Principio de superposición de Boltzman. Principio de correspondencia tiempo-temperatura. Modelos micromecánicos: Maxwell, Kelvin-Voigt, Zener, 4 elementos.

Dedicación: 18h 40m
Grupo grande/Teoría: 6h
Aprendizaje autónomo: 12h 40m

Tema 3. Introducción a los tensores

Descripción:
Tensores cartesianos. Notación indicial y el convenio de suma de Einstein. Notaciones tensoriales y matriciales. Operaciones tensoriales. Tensor de tensiones. Tensor de deformaciones. Tensor antisimétrico y la energía almacenada en un material. Transformación de tensores del rango 1 y del rango 2. El vector tensión. Los invariantes de tensores del rango 2. Implicaciones en la modelación del comportamiento mecánico de los materiales. Introducción a Abaqus.

Dedicación: 24h
Grupo grande/Teoría: 7h
Aprendizaje autónomo: 17h

Tema 4. Comportamiento elástico y su simulación

Descripción:
La ley de Hooke. Energía elástica almacenada en el material. Tensor de rigidez de elasticidad. Constantes de Lamé. La separación desviador-volumétrica. Notación de Voight. Matriz de rigidez de un material elástico. Elasticidad en condiciones de tensión plana y deformación plana. La relación entre los constantes de elasticidad y los de enlaces entre átomos. Efecto de microfisuración distribuida y poros en el comportamiento elástico de los cerámicos. Comportamiento viscoelástico. Simulación de elasticidad en 2D y en 3D usando Abaqus.

Dedicación: 24h
Grupo grande/Teoría: 7h
Aprendizaje autónomo: 17h

Tema 5. Comportamiento plástico a la escala de continuo y su simulación

Descripción:
Separación aditiva de las deformaciones. Endurecimiento por trabajo en frio: Ludwik-Hollomon, Johnson-Cook y su calibración. Corrección de Bridgman. Ensayo de plasticidad en tracción vs en compresión. El efecto de Bauschinger. Criterios de fluencia: Rankine, Tresca y von Mises. El modulo de plasticidad. El segundo invariante del tensor desvidar de tensiones. Algoritmos de cálculo de elastoplasticidad en 1D: Endurecimiento isótropo y endurecimiento cinemático.

Dedicación: 25h
Grupo grande/Teoría: 7h
Aprendizaje autónomo: 18h

Tema 6. Resistencia mecánica y deformación de materiales

Descripción:
Parámetros críticos para la selección de materiales en aplicaciones estructurales: módulo elástico, límite de fluencia, ductilidad y tenacidad. Mecanismos de deformación plástica de monocristales y policristales. Las dislocaciones como agentes de deformación en materiales cristalinos. Mecanismos de endurecimiento de materiales: solución sólida, precipitación de segundas fases, deformación en frío, refinamiento microestructural, refuerzos mediante partículas y fibras. Optimización de la relación resistencia-tenacidad mediante el diseño microestructural.

Dedicación: 49h
Grupo grande/Teoría: 16h
Aprendizaje autónomo: 33h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Parte de Prof. N. León: Examen parcial 1: 19%
Parte de Prof. F. Caner: Examen parcial 2 :24%, Proyecte 1 :24%
Parte de Prof. L. Llanes: Exámenes :33%

Examen final es obligatorio si la nota final de la evaluación continua es menor de 5,0. Si se toma el examen final, la nota de examen final sustituye la nota final de la asignatura. No hay examen de recuperación en esta asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Malvern, Lawrence E. Introduction to the mechanics of a continuous medium. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, cop. 1969. ISBN 0134876032.
- Owen, D. R. J; Hinton, Ernest. Finite elements in plasticity : theory and practice. Swansea, [U.K.]: Pineridge Press Limited, 1980. ISBN 0906674052.
- Rees, D. W. A. Basic engineering plasticity : an introduction with engineering and manufacturing applications. Oxford [etc.]: Butterworht-Heinemann / Elsevier, 2006. ISBN 0750680253.
- Dunne, Fionn; Petrinic, Nik. Introduction to computational plasticity. Oxford: Oxford University, 2006. ISBN 9780198568261.
- Courtney, Thomas H. Mechanical behavior of materials. 2nd ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2000. ISBN 0070285942.
- Khennane, Amar. Introduction to finite element analysis using Matlab and Abaqus. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. ISBN 9781466580206.
- Hosford, Williams. Mechanical behavior of materials. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521846706.
- Callister, William D.; Rethwisch, David G. Materials science and engineering: an introduction. 10th. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020. ISBN 9781119453918.
- Askeland, Donald R.; Fulay, Pradeep P.; Bhattacharya, D. K. Essentials of materials science and engineering. 2nd ed. Stamford, CT: Cengage Learning, 2010. ISBN 9780495438502.
- Ward, I. M.; Sweeney, J. Mechanical properties of solid polymers [en línea]. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013 [Consulta: 15/11/2022]. Disponible a: https://discovery.upc.edu/permalink/34CSUC_UPC/rdgucl/alma991005065379606711. ISBN 9781444319507.
- Dieter, George Ellwood;. Mechanical metallurgy. SI metric ed. London: McGraw-Hill Book Company, 1988. ISBN 0071004068.
- Hertzberg, Richard W.; Hertzberg, Jason L.; Vinci, Richard P.. Deformation and fracture mechanics of engineering materials. 5th ed. New York: John Wiley & Sons, 2013. ISBN 9780470527801.