Guía docente
295769 - 295EM132 - Plasticidad, Defectos y Microestructura

Última modificación: 04/06/2026

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).
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES AVANZADOS (Plan 2021). (Asignatura optativa).

Curso: 2026 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORGE ALCALA CABRELLES

Otros: Primer quadrimestre:
JORGE ALCALA CABRELLES - Grup: T1

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos de metalurgia física.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales presenciales. Se dispondrá de clases de apoyo en forma de videos colgados en la plataforma ATENEA. Se dispone de un libro sobre aspectos básicos y preliminares sobre la mecánica de medios continuos y teoría de la elasticidad.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Comprender los mecanismos fundamentales de deslizamiento e interacción de dislocaciones en metales puros y aleaciones.
Comprender las diferencias fundamentales en las curvas tensión-deformación de los materiales metálicos en función de los procesos subyacentes de movimiento de dislocaciones.
Comprender las suposiciones fundamentales empleadas en la modelización de los procesos de deformación plástica desde las perspectivas de ciencia de materiales y de la mecánica de medios continuos.
Comprender y modelizar la influencia de la microestructura y las barreras microestructurales en la deformación plástica de metales.
Entender y modelizar los mecanismos de endurecimiento que se presentan en metales y aleaciones.
Comprender el desarrollo de deformación plástica al estar confinada en dimensiones diminutas de material. Proporcionar un conocimiento fundamental sobre el estudio de la plasticidad mediante técnicas como la nanoindentación y la compresión de micropilares.

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

Introducción a las dislocaciones, maclas y teoría de la elasticidad

Descripción:
Dislocaciones, vectores de Burgers y línea de dislocación, sistemas de deslizamiento en cristales FCC, BCC y HCP. Estructura de maclas.
Tensor de tensiones; cálculo genérico de la tensión cortante resuelta.
Tensor de deformaciones; tensor gradiente de deformación y micromecánica de la deformación plástica.
Elasticidad lineal. Tensor de elasticidad. Simetría cristalina y anisotropía elástica.
Campos de tensiones alrededor de dislocaciones.
Densidad de energía elástica y tensión de línea alrededor de una dislocación.

Objetivos específicos:
Revisar aspectos básicos de la mecánica de medios continuos que han sido adquiridos en cursos previos o introductorios. Aplicar dichos conceptos en el estudio de la micromecánica de la plasticidad.
Revisar aspectos básicos vinculados con dislocaciones y maclas.
Mostrar resultados clave de la teoría de la elasticidad en el estudio de las dislocaciones.

Dedicación: 15h
Grupo grande/Teoría: 6h
Aprendizaje autónomo: 9h

Plasticidad en metales FCC y su descripción mediante la mecánica del continuo

Descripción:
Descomposición en parciales de Shockley
Energía de falla de apilamiento
Mecanismos de formación de maclas
Formación de uniones de dislocaciones
Ecuación de Peach-Koehler y movimiento de una fuente de Frank-Read
Densidad de dislocaciones y su incremento durante la deformación
El modelo de la tensión de línea
Deslizamiento cruzado
Estudio de la plasticidad cristalina mediante la mecánica del continuo: Distancia media recorrida por las dislocaciones y el modelo de "almacenamiento y recuperación". Construcción del tensor de deformaciones. Descripción del endurecimiento latente.
Etapas de la deformación plástica de un monocristal.
Kinks y jogs

Objetivos específicos:
Alcanzar un conocimiento profundo sobre los mecanismos fundamentales que explican el endurecimiento por deformación en metales.
Entender los mecanismos clásicos vinculados con el movimiento de dislocaciones.
Establecer los elementos en los que se sustenta la modelización de la plasticidad cristalina mediante la mecánica del continuo.
Entender y modelizar los procesos de deformación plástica uniaxial en monocristales.

Dedicación: 35h
Grupo grande/Teoría: 15h
Aprendizaje autónomo: 20h

Plasticidad en metales BCC

Descripción:
Dislocaciones en metales BCC: generalidades
La barrera de Peierls.
Movimiento térmicamente activado de las dislocaciones de tornillo o helicoidales: mecanismos de double kinking.
Formación de maclas
Estructura del núcleo de la dislocación.

Objetivos específicos:
Comprender las diferencias fundamentales entre los procesos de movimiento de dislocaciones en metales FCC y BCC.
Comprender el concepto de la barrera de Peierls
Entender las diferencias fenomenológicas subyacentes a la curva tensión-deformación en metales FCC y BCC.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 3h

Bordes de grano, intercaras y dislocaciones

Descripción:
Clasificación de las intercaras tilt y twist
Modelo de Read-Shockley y la energía del borde de grano
Coherencia, semicoherencia e incoherencia de las intercaras. Ejemplos y energías asociadas. Intercaras sigma.

Objetivos específicos:
Entender la morfología y energías de las intercaras.
Entender la generación de bordes de grano como apilamiento de dislocaciones.
Caracterización de intercaras en materiales metálicos en términos de su energía y coherencia relativa.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 3h

Mecanismos de endurecimiento de metales y su modelización

Descripción:
Endurecimiento por solución sólida: mecanismos y modelos.
Dislocaciones en aleaciones de alta entropía.
Endurecimiento por precipitación y modelos vinculados con la tensión de línea
Endurecimiento y ablandamiento por borde de grano: mecanismos y su modelización.
Aplicaciones a aceros y a aleaciones de aluminio.

Objetivos específicos:
Aplicar los modelos y conceptos adquiridos respecto al movimiento de dislocaciones en el estudio de los mecanismos de endurecimiento presentes en metales puros y aleaciones.
Diseño y optimización microestructural frente a la deformación plástica.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 6h
Aprendizaje autónomo: 6h

Descripción de la plasticidad en escalas macroscópicas de material mediante mecánica del continuo

Descripción:
Superficies de fluencia: Tresca, von Misses.
Teorias de flujo y de deformación basadas en J2.
Endurecimiento cinemático.
Plasticidad dependiente de la presión: plasticidad en vidrios y en la presencia de transformaciones de fase. Modelos de Drucker-Praguer y Mohr-Coulomb.

Objetivos específicos:
Proporcionar una base mecánica sólida al estudio y modelización de la plasticidad en un continuo de material.
Comprender las bases micromecánicas y fenomenológicas en las que se sustenta la modelización de procesos plásticos mediante teorías de la plasticidad basadas en la mecánica de medios continuos.
Suministrar criterios útiles sobre la selección de modelos constitutivos y teorías de la plasticidad empleadas en modelizaciones computacionales de la deformación plástica.

Dedicación: 15h
Grupo grande/Teoría: 6h
Aprendizaje autónomo: 9h

Plasticidad en escalas diminutas de material

Descripción:
Intermitencias plásticas y avalanchas de dislocaciones
Aniquilación de dislocaciones en superficies
Ensayos de compresión de micropilares
Nanoindentación: nucleación de dislocaciones y evolución de la dureza

Objetivos específicos:
Comprender los mecanismos subyacentes al paradigma de que la resistencia aumenta cuanto menor el volumen o "smaller is stronger"
Proporcionar una base micromecánica para el análisis de los ensayos de compresión de micropilares y de nanoindentación.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 3h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

2 Trabajos pactados con el estudiante para ampliar conocimientos o resolver problemas abordados en clase. 1 trabajo monográfico