



Guia docent

295769 - 295EM132 - Plasticitat, Defectes i Microestructura

Última modificació: 14/06/2023

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 702 - CEM - Departament de Ciència i Enginyeria de Materials.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN CIÈNCIA I ENGINYERIA AVANÇADA DE MATERIALS (Pla 2019). (Assignatura optativa).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: Alcala Cabrelles, Jorge

Altres: Primer quadrimestre:
JORGE ALCALA CABRELLES - Grup: T10

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics de mecànica del continu i elasticitat; estructura cristal·lina; microestructura; propietats i comportament mecànic de materials metàl·lics; metal·lúrgia física. Algunes transparències del curs es proporcionen en idioma anglès, així com que els articles científics.

METODOLOGIES DOCENTS

Classes magistrals presencials i classes basades en "aula invertida". Es disposarà de classes de suport en forma de vídeos penjats en la plataforma ATENEA. Es disposa d'un llibre d'aspectes bàsics i preliminars sobre la mecànica de mitjans continus i teoria de l'elasticitat.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Comprendre els mecanismes fonamentals de lliscament i interacció de dislocacions en metalls purs i aliatges.
Comprendre les diferències fonamentals en les corbes tensió-deformació dels materials metàl·lics en funció dels processos subjacents de moviment de dislocacions.
Comprendre les suposicions fonamentals emprades en la modelització dels processos de deformació plàstica des de les perspectives de ciència de materials i de la mecànica de mitjans continus.
Comprendre i modelitzar la influència de la microestructura i les barreres microestructurals en la deformació plàstica de metalls.
Caracteritzar els defectes cristal·lins i barreres microestructurals en termes de les seves energies elàstiques.
Comprendre el desenvolupament de deformació plàstica en estar confinada en dimensions diminutes de material. Proporcionar un coneixement fonamental sobre l'estudi de la plasticitat mitjançant tècniques com la nanoindentació i la compressió de micropilars.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	102,0	68.00
Hores grup mitjà	28,0	18.67
Hores activitats dirigides	6,0	4.00
Hores grup petit	14,0	9.33

Dedicació total: 150 h



CONTINGUTS

Introducció a les dislocacions, macles i teoria de l'elasticitat

Descripció:

Dislocacions, vectors de Burgers i línia de dislocació, sistemes de lliscament en cristalls FCC, BCC i HCP. Estructura de macles. Tensor de tensions; càlcul genèric de la tensió de tall resolta. Tensor de deformacions; tensor gradient de deformació i micromecànica de la deformació plàstica. Elasticitat lineal. Tensor d'elasticitat. Simetria cristal·lina i anisotropia elàstica. Camps de tensions al voltant de dislocacions. Densitat d'energia elàstica i tensió de línia al voltant d'una dislocació.

Objectius específics:

Revisar aspectes bàsics de la mecànica de mitjans continus que han estat adquirits en cursos previs o introductoris. Aplicar aquests conceptes en l'estudi de la micromecànica de la plasticitat. Revisar aspectes bàsics vinculats amb dislocacions i macles. Mostrar resultats clau de la teoria de l'elasticitat en l'estudi de les dislocacions.

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 9h

Plasticitat en metalls FCC i la seva descripció mitjançant la mecànica del continu

Descripció:

Descomposició en parcials de Shockley
Energia de falla d'apilament
Mecanismes de formació de macles
Formació d'unions de dislocacions
Equació de Peach-Koehler i moviment d'una font de Frank-Read
Densitat de dislocacions i el seu increment durant la deformació
El model de la tensió de línia
Lliscament creuat
Estudi de la plasticitat cristal·lina mitjançant la mecànica del continu: Distància mitjana recorreguda per les dislocacions i el model de "emmagatzematge i recuperació". Construcció del tensor de deformacions. Enduriment latent. Etapes de la deformació plàstica d'un monocristall. Kinks i jogs

Objectius específics:

Aconseguir un coneixement profund sobre els mecanismes fonamentals que expliquen l'enduriment per deformació en metalls. Entendre els mecanismes clàssics vinculats amb el moviment de dislocacions. Establir els elements en els quals se sustenta la modelització de la plasticitat cristal·lina mitjançant la mecànica del continu. Entendre i modelitzar els processos de deformació plàstica uniaxial en monocristalls.

Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 15h

Aprenentatge autònom: 20h



Plasticitat en metalls BCC

Descripció:

Dislocacions en metalls BCC: generalitats

La barrera de Peierls.

Moviment tèrmicament activat de les dislocacions de caragol o helicoidals: mecanismes de double kinking.

Formació de macles

Estructura del nucli de la dislocació.

Objectius específics:

Comprendre les diferències fonamentals entre el moviment de dislocacions en metalls FCC i BCC.

Comprendre el concepte de la barrera de Peierls

Entendre les diferències fenomenològiques subjacents a la corba tensió-deformació en metalls BCC i FCC.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

Vores de gra, intercares i dislocacions

Descripció:

Classificació de les intercares tilt i twist

Model de Read-Shockley i l'energia de la vora de gra

Coherència, semicoherència i incoherència de les intercares. Exemples i energies associades. Intercars sigma.

Objectius específics:

Entendre la morfologia i energies de les intercares.

Entendre la generació de vores de gra com a apilament de dislocacions.

Caracterització d'intercares en materials metàl·lics en termes de la seva energia i coherència relativa.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

Mecanismes d'enduriment de metalls i la seva modelització

Descripció:

Enduriment per solució sòlida: mecanismes i models.

Dislocacions en aliatges d'alta entropia.

Enduriment per precipitació i models vinculats amb la tensió de línia

Enduriment i estovament per vora de gra: mecanismes i la seva modelització.

Aplicacions a acers i a aliatges d'alumini.

Objectius específics:

Aplicar els models i conceptes adquirits respecte al moviment de dislocacions en l'estudi dels mecanismes d'enduriment presents en metalls purs i aliatges.

Disseny i optimització microestructural enfront de la deformació plàstica.

Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 6h



Descripció de la plasticitat en escales macroscòpiques de material mitjançant mecànica del continu

Descripció:

Superfícies de fluència: Tresca i von Mises.

Teories de flux i de deformació basades en J2.

Enduriment cinemàtic.

Plasticitat dependent de la pressió: plasticitat en vidres i en la presència de transformacions de fase. Models de Drucker-Prager i Mohr-Coulomb.

Objectius específics:

Proporcionar una base mecànica sòlida a l'estudi i modelització de la plasticitat en un continu de material.

Comprendre les bases micromecàniques en les quals se sustenta la modelització de processos plàstics mitjançant teories de la plasticitat basades en la mecànica de mitjans continus.

Subministrar criteris útils sobre la selecció de models constitutius i teories de la plasticitat emprats en modelitzacions computacionals de la deformació plàstica.

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 9h

Plasticitat en escales diminutes de material

Descripció:

Intermitències plàstiques i allaus de dislocacions

Anihilació de dislocacions en superfícies

Assajos de compressió de micropilars

Nanoindentació: nucleació de dislocacions i evolució de la duresa.

Objectius específics:

Comprendre els mecanismes subjacents al paradigma que la resistència augmenta quant menor el volum o "smaller is stronger"

Proporcionar una base micromecànica per a l'anàlisi dels assajos de compressió de micropilars i de nanoindentació.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Treballs monogràfics i resolució de problemes (60%)

Exàmens (40%)