

## Guia docent

### 240EM012 - 240EM012 - Transformacions de Fases en Metalls

Última modificació: 26/06/2025

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

**Unitat que imparteix:** 702 - CEM - Departament de Ciència i Enginyeria de Materials.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN CIÈNCIA I ENGINYERIA DE MATERIALS AVANÇATS (Pla 2014). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2025

**Crèdits ECTS:** 4.5

**Idiomes:** Castellà

#### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** EMILIO JIMENEZ PIQUÉ - ORLANDO ONOFRE SANTANA PEREZ

**Altres:** EMILIO JIMENEZ PIQUÉ - ORLANDO ONOFRE SANTANA PEREZ

#### CAPACITATS PRÈVIES

---

Conocimientos básicos de diagramas de fases, reacciones invariables, cristalografía, aleaciones metálicas

#### REQUISITS

---

Donat que l'assignatura està en procés d'extinció, sense tenir docència (només dret a examen), només podran matricular-se aquells estudiants que hagin matriculat i cursat l'assignatura en cursos anteriors, sense haver-la superat.

#### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

##### Específiques:

CEMCEM-01. Aplicar coneixements de matemàtiques, física, química, biologia i altres ciències naturals, obtinguts mitjançant estudi, experiència i, pràctica, amb raonament crític per a establir solucions viables a problemes tècnics.

CEMCEM-02. Dissenyar i desenvolupar productes, processos, sistemes i serveis, així com l'optimització d'altres ja desenvolupats, atenent a la selecció de materials per a aplicacions específiques

##### Transversals:

06 URI N1. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 1: Identificar les pròpies necessitats d'informació i utilitzar les col·leccions, els espais i els serveis disponibles per dissenyar i executar cerques simples adequades a l'àmbit temàtic.

#### METODOLOGIES DOCENTS

---

Assignatura en procés d'extinció. No hi ha docència, els estudiants que la matriculin ho fan només amb dret a examen.

## OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

1. Proporcionar modelos termodinámicos para la predicción de diagramas de fases en aleaciones metálicas.
2. Alcanzar conocimientos avanzados acerca de la termodinámica de la difusión.
3. Proporcionar una base científica sobre: procesos de solidificación en aleaciones metálicas que permitan predecir la formación de frentes planares y columnares; velocidad de migración de interfases; energías en interfases coherentes, semicoherentes e incoherentes; matrices de transformación y de rotación; intercaras de bajo ángulo y tipo Sigma; movilidad de intercaras y de interfases; cinéticas de crecimiento de grano; curvas TTT.
4. Entender los aspectos fundamentales que gobiernan sobre los procesos de nucleación en fase sólida, incluyendo la energía de interfases, y aplicar este conocimiento a la optimización de los tratamientos de maduración de aleaciones Al-Cu con precipitados de metaequilibrio.
5. Alcanzar un conocimiento fundamental sobre la transformación martensítica, relaciones de orientación y matriz de transformación de Bain, variantes martensíticas, bainitas y microestructuras relevantes en aceros al carbono.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

---

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	27,0	24.00
Hores grup petit	13,5	12.00
Hores aprenentatge autònom	72,0	64.00

**Dedicació total:** 112.5 h

## CONTINGUTS

### títol català

#### Descripció:

Termodinámica de los diagramas de fases

1. Conceptos termodinámicos
2. Curvas de energía libre en función de la composición y de la temperatura.
3. Potencial químico y equilibrio termodinámico.
4. Modelos termodinámicos para soluciones sólidas: soluciones ideales y regulares
5. Clasificación de las transformaciones según Ehrenfest.
6. Modelos termodinámicos avanzados y predicción de diagramas de fases

#### Difusión

1. Derivación de las Leyes de Fick.
2. La difusividad y mecanismos asociados. Difusión en soluciones sólidas.
3. Termodinámica de los procesos difusivos
4. Transformación espinodal

#### Solidificación

1. Termodinámica de la solidificación y leyes de Arrhenius. Aproximación de Turnbull.
2. Frentes de solidificación y subenfriamiento constitucional.
3. Ecuación de Scheil
4. Solidificación eutéctica.

#### Nucleación e interfases

1. Termodinámica de la nucleación, tensión superficial y energía de desajuste.
2. Evaluación de la fuerza motriz para la nucleación a partir de las curvas de energía libre.
3. Cinética de la nucleación y del crecimiento
4. Nucleación heterogénea y consideraciones termodinámicas.
5. Velocidad de crecimiento de las interfases
6. Clasificación de las interfases en términos de su coherencia/incoherencia.
7. Movilidad de las interfases.
8. Precipitación en Al-Cu.

#### Intercaras

1. Tipos de intercaras y energía de las intercaras. Modelo de Read-Shockley para intercaras de bajo ángulo.
2. Intercaras tipo Sigma y su energía.
3. Matrices de transformación y de rotación. Cálculo del valor de Sigma en una intercara.
4. Movilidad de las intercaras: Modelo de Burke-Turnbull, influencia de la segregación de soluto y la energía interfacial.
5. Cinética del crecimiento de grano.

#### Curvas TTT

1. Base termodinámica
2. Derivación de la ecuación de Johnson-Mehl-Avrami

#### Transformaciones martíticas

1. Generalidades termodinámicas
2. Relaciones de orientación y transformación de Bain en aceros.
3. Transformaciones de plano y de línea invariantes y su relación con la transformación de Bain. Reproducción de la forma y cristalografía correctas de la martensita en aceros. Irracionalidad en las relaciones de orientación.
4. Variantes martensíticas.
5. Microestructuras de las martensitas en aceros.
6. Enfriamientos de no equilibrio en aceros (transformaciones martíticas y paramartíticas). Mecanismos de formación de placas Widmanstätten, ferrita alotrópica vs idiomórfica, bainita superior e inferior. Microestructuras resultantes para mezclas bainíticas, martensíticas y perlíticas.

#### Mecanismos de endurecimiento



1. Endurecimiento por solución sólida. Distorsión anisotrópica de los átomos de carbono en Fe. Modelos para el anclaje de dislocaciones.
2. Endurecimiento por precipitación y modelos para el corte y circunvalación de precipitados por las dislocaciones. Competencia entre mecanismos y sobre-maduración.
3. Bases mecánicas para el endurecimiento por borde de grano. Relación de Hall-Petch. Nucleación de maclas en bordes de grano y ablandamiento en materiales nanoestructurados (relación inversa de Hall-Petch).
4. Acción de los diversos mecanismos en forma conjunta.

**Objectius específics:**

**Activitats vinculades:**

**Dedicació:** 56h

Grup gran/Teoria: 56h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Assignatura en procés d'extinció. Només hi ha una prova final que correspon al 100% de la nota final de l'assignatura.