



Grado en Ingeniería de Materiales

(curso 2025-2026)

Ficha de la asignatura:	Diagramas y Transformaciones de Fases			Código	804511
Materia:	Estructura, Descripción y Caracterización de los Materiales	Módulo:	Fundamentos de ciencia de materiales		
Carácter:	Obligatoria	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos	Práct./Semin.	Lab.
Créditos ECTS:	6	3.5	1	1.5
Horas presenciales	65	35	10	20

Profesor/a Coordinador/a:	Noemí Encinas García		Dpto:	Ingeniería Química y de Materiales
	Despacho:	QA-131C (F. Químicas)	e-mail	nencinas@ucm.es

Teoría/Prácticas/Seminarios - Detalle de horarios y profesorado							
Grupo	Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/Fechas	T/P/S*	Dpto.
A	3	M y J	11:00–12:30	Noemí Encinas García (23 h)	Todo el semestre	T/P/S	Ingeniería Química y de Materiales (F. Químicas)
				Consuelo Gómez de Castro (22 h)		T/P/S	

*: T: Teoría, P: Prácticas, S: Seminario

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
L1-L3	Lab.Unidad Docente de Materiales (Sótano, Edificio QA, F. Químicas)	16/2, 17/2, 18/2, 19/2, 20/2	Noemí Encinas García	20	Ingeniería Química y de Materiales (F. Químicas)
			Gustavo García Martín	20	
L2-L4	Horario: 15:00–19:00	23/2, 24/2, 25/2, 26/2, 27/2	Emilio Frutos Torres	20	Coordinador laboratorio: Noemí Encinas García
			Juan Cornide Arce	20	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado				
Grupo	Profesor	horarios	e-mail	Lugar
A L1-L4	Noemí Encinas García	M, X y J: 12:30–14:30 h	nencinas@ucm.es	QA131C
	Consuelo Gómez de Castro	L, M, X, J: 11:00-13:00h	cgcastro@ucm.es	QB418
	Gustavo García Martín	M, X y J: 12:30–14:30 h	gusgarci@ucm.es	QA131L
	Emilio Frutos Torres	X, V: 11:30-14:30 h	emilfrut@ucm.es	QB419
	Juan Cornide Arce	L, M, X: 15:00-17:00 h Del 23/02 al 27/02 serán de 11:00 a 13:00h	jcornide@ucm.es	QB419

Resultados del aprendizaje (según Documentación de Verificación de la Titulación)
- Comprender los fundamentos termodinámicos de la utilización y procesado de los materiales. - Adquisición de habilidades para la utilización y el manejo de los diagramas de fases en el equilibrio que permitirán establecer la tendencia y la evolución de los materiales durante su vida en servicio. - Conocer y saber analizar los elementos constitutivos de la microestructura de un material y su importancia en la cinética de las transformaciones que tienen lugar tanto en los procesos de solidificación como en las transformaciones en estado sólido.

Breve descripción de contenidos
Soluciones sólidas; fases intermedias y ordenadas; sistemas binarios y ternarios condensados; nucleación y crecimiento de precipitados; equilibrio sólido-líquido; transformación en estado sólido con y sin difusión.

Conocimientos previos necesarios
Serán necesarios conocimientos básicos de Química, Física y Matemáticas.

Programa de la asignatura
Tema 1. Introducción. Conceptos termodinámicos para el trazado e interpretación de los diagramas y transformaciones de fase. Tema 2. Soluciones sólidas. Soluciones sólidas intersticiales y sustitucionales. Fases intermedias. Fases ordenadas. Tema 3. Sistemas binarios. Energía libre de Gibbs de las soluciones ideales. Soluciones regulares. Soluciones reales: sustitucionales e intersticiales. Fases ordenadas. Sistemas binarios eutécticos. Solidificación de equilibrio. Sistemas binarios de tipo peritéctico. Solidificación de equilibrio. Fusión congruente. Inmiscibilidad líquida. Tema 4. Sistemas ternarios condensados. Representación gráfica. Diagrama espacial: superficies de liquidus. Secciones isotermas. Proyección de la superficie de liquidus sobre el plano de composición. Caminos de enfriamiento en condiciones de equilibrio. Cálculo de fases y sus proporciones. Secciones perpendiculares al plano de composición. Tema 5. Estructura de los sistemas metálicos. Intercaras y microestructura. La energía interfacial. Límites en sólidos monofásicos. Intercaras de interfases en sólidos. Forma de la segunda fase: efecto de la energía interfacial y efectos del desacoplamiento. Migración de interfaces.

Tema 6.	Difusión en estado sólido. Mecanismos de difusión. Difusión intersticial. Difusión sustitucional. Movilidad atómica. Caminos de alta difusividad. Difusión en compuestos. Difusión en polímeros.
Tema 7.	Equilibrio sólido-líquido. Solidificación de metales puros: nucleación y crecimiento. Solidificación de aleaciones monofásicas: celular y dendrítica. Solidificación de lingotes. Solidificación eutéctica y peritética.
Tema 8.	Transformaciones en estado sólido con difusión. Nucleación homogénea y heterogénea en sólidos. Crecimiento de precipitados. Diagramas TTT. Envejecimiento. Descomposición espinodal. Engrosamiento de precipitados. Precipitación celular. Reacción eutectoide. Transformación bainítica. Transformaciones masivas.
Tema 9.	Transformaciones en estado sólido sin difusión. Transformación martensítica. Revenido de la martensita.

Contenido del Laboratorio

Las sesiones prácticas son de obligado cumplimiento. Se realizará la preparación metalográfica (desbaste, pulido y ataque químico) de una serie de piezas de metales y aleaciones para su observación. Se estudiarán y compararán las características microestructurales encontradas con las de una serie de piezas patrón. Se justificarán los hechos experimentales y diferencias encontradas con los tratamientos térmicos a los que se ha sometido las piezas, utilizando en todo caso los diagramas de equilibrio correspondientes. Al finalizar el mismo se realizará un examen (individual) y se entregará un informe (grupal), cuya nota mínima para poder superar la asignatura será de 5 (con una ponderación examen-informe de 25%-75%, respectivamente). En caso de no superar la asignatura, pero aprobar el laboratorio, la nota de este último se guardará sólo el siguiente curso.

Competencias

BÁSICAS Y GENERALES:

- CG1 - Capacidad de síntesis y análisis
- CG3 - Resolución de problemas
- CG5 - Capacidad de trabajo en equipo
- CG8 - Razonamiento crítico
- CG9- Anticipación a los problemas

TRANSVERSALES:

- CT1 - Capacidad de autoaprendizaje.
- CT2 - Desarrollar el trabajo de forma autónoma.
- CT4 - Capacidad para comunicar resultados de forma oral/escrita.
- CT6 - Gestionar información científica, bibliografía y bases de datos especializadas y otros recursos accesibles a través de Internet.

Bibliografía

Básica

- Callister W.: “Ciencia e Ingeniería de Materiales”. 2ª Ed, Reverté, 2016.
- Montes J.M., Cuevas F.G., Cintas J. “Ciencia e Ingeniería de los Materiales”. Ediciones Paraninfo S.A., 2014.
- M.C: Merino Casals. Diagramas y transformaciones de fase. 2012.
<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca/issue/current>
- A. Prince. Alloy Phase Equilibria. Elsevier Publishing Co. 1966.
- F.N. Rhines. Phase Diagrams in Metallurgy Mc Graw Hill. 1956.
- D.A. Porter Phase Transformations in Metals and Alloys. Chapman and Hall, 1992.

- G.A. Chadwick Metallography of Phase Transformations Butterworths. 1972.

Recursos en internet

- Campus virtual de la asignatura
- Atlas metalográfico: <https://www.ucm.es/atlasmetalografico>

Metodología

Las actividades formativas se encuadran en clases teóricas, clases prácticas de seminarios y prácticas de laboratorio. Durante las sesiones teóricas se expondrán claramente los objetivos principales del tema, se desarrollará el contenido y se pondrán a disposición del estudiante todos aquellos materiales necesarios para su comprensión. Se tenderá al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como los medios audiovisuales, cuando con ello mejore la claridad de la exposición en clase, y se promoverá el uso del campus virtual como medio principal para gestionar el trabajo de los estudiantes, comunicarse con ellos, distribuir material de estudio, etc. Para los seminarios se proporcionará a los estudiantes relaciones de problemas, ejercicios y/o esquemas que desarrollarán individualmente o en grupo. Para potenciar el trabajo autónomo se evaluará la realización de ejercicios numéricos y/o trabajos relacionados con la aplicación de los diagramas de equilibrio en Ciencia de Materiales para el análisis de la microestructura y de las transformaciones que ésta experimenta durante el procesado y vida en servicio de los materiales.

Las sesiones prácticas de laboratorio son de obligado cumplimiento, y se desarrollarán en cinco sesiones de cuatro horas. Al comienzo de cada sesión se explicarán los fundamentos básicos de cada práctica, que se desarrollarán en grupos de 2/3 estudiantes. Al finalizar el periodo de laboratorio cada grupo de estudiantes deberá entregar el correspondiente informe donde se recogerán los resultados obtenidos junto con su discusión. La nota mínima en el mismo para poder superar la asignatura será de 5.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

70%

Los exámenes constarán de cuestiones relacionadas con la materia impartida en las clases teóricas y seminarios. Se realizarán un examen parcial liberatorio en la fecha indicada desde Decanato y un examen final una vez acabado el cuatrimestre en la convocatoria ordinaria. Los estudiantes que no hayan superado el examen final en convocatoria ordinaria tendrán un examen de todo el programa en la convocatoria extraordinaria de julio.

Se superarán los exámenes (tanto parciales como finales) con una nota mínima de 5.

Otras actividades

Peso:

30%

Actividades de evaluación continua o de otro tipo, como:

- Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo (5%).
- Participación en clases, seminarios y tutorías (5%).
- Realización de prácticas de laboratorio (de obligada asistencia y nota mínima de 5) (20%).

Calificación final

La calificación final será $N_{Final} = 0.7N_{Examen} + 0.2N_{Lab} + 0.1N_{OtrasActiv}$, donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ (en una escala 0-10) son las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.

- Para aplicar la fórmula de cálculo de la calificación final será requisito imprescindible obtener una calificación superior a 5 en N_{examen} , así como 5 o superior en el laboratorio.
- Para aprobar la asignatura: $N_{final} \geq 5$
- En la calificación de la convocatoria extraordinaria de julio se mantendrá la calificación de otras actividades.