



1. **Código:** 4957      **Nombre:** ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

2. **Créditos:** 15,0      **--Teoría:** 7,5      **--Prácticas:** 7,5

**Centro:** E.T.S.I. INDUSTRIALES

3. **Coordinador:** Amigó Borrás, Vicente / Martínez Mañez, Ramón

**Departamento:** INGENIERIA MECANICA Y DE MATERIALES

#### 4. Bibliografía

Solid state chemistry and its applications

Fundamentos de metalurgia física

Ciencia e ingeniería de materiales : Metalurgia física : Estructura y propiedades

Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales

Physical metallurgy

Principios de metalurgia física

Caractérisation expérimentale des matériaux II : [analyse par rayons X, électrons et neutrons]

Physics of amorphous materials

West, Anthony R.

Verhoeven, John D.

Pero-Sanz Elorz, José Antonio

Callister, William D.

Cahn, Robert W.

Reed-Hill, Robert E.

Martin, Jean-Luc

Elliott, S.R.

#### 5. Descripción general de la asignatura

Definir los tipos de enlaces y la estructura de los materiales, derivada de los mismos. Profundizar en el conocimiento de la estructura de los materiales fundamentalmente cristalinos, así como en la caracterización estructural de los materiales.

Profundizar en los fenómenos de difusión en estado sólido y en la definición de los diagramas de equilibrio, así como en las transformaciones de fases líquido-sólido y sólido-sólido.

#### 6. Asignaturas previas o simultáneas recomendadas

Asignaturas previas que deben cursarse para cubrir los objetivos requeridos en la asignatura:

Fundamentos químicos de la ingeniería

Fundamentos de ciencia de materiales

#### 7. Objetivos de la asignatura - Resultados del aprendizaje

##### Competencia

(E) Estructura de los materiales. Tipos de enlace. Estructura cristalina. Estructura Polimérica. Sólidos no cristalinos. Caracterización estructural. Defectos puntuales. Dislocaciones y superficies. Difusión. Diagramas de fase. Transformaciones de Fase

##### Nivel

Indispensable (4)

#### 8. Unidades didácticas

1. Difracción de Rayos X. Conceptos de simetría. Introducción. Celda unidad. Sistemas cristalinos. Elementos y operaciones de simetría. Grupos puntuales. Simetría espacial. Redes de Bravais. Grupos espaciales. Índices de Miller y planos cristalográficos. Red recíproca.

2. Difracción de Rayos X. Resolución estructural. Ecuaciones de Laue y ley de Bragg. La esfera de Ewald. Difracción de rayos X en cristales y en sólidos amorfos. Intensidad de los rayos X difractados. El factor de estructura. El problema de la fase y resolución estructural. Equipos de difracción.

3. Química cristalina descriptiva. Estructuras de empaquetamiento compacto. Estructura de metales y aleaciones. Estructura de sólidos iónicos. Estructuras de sólidos covalentes. Estructuras de sólidos moleculares. Quasicristales. Sólidos no estequiométricos.

4. El átomo de hidrógeno y átomos polielectrónicos. Postulados de la mecánica cuántica. Partícula en una caja de potencial. El átomo de hidrógeno. Significado físico de la función de onda y números cuánticos. Átomos polielectrónicos.

5. El sistema periódico y propiedades periódicas. Introducción. Potencial de ionización. Afinidad electrónica. Electronegatividad. Radio y volumen atómico.

6. Enlace covalente. La molécula ión de hidrógeno. Teoría de orbitales moleculares. Orbitales moleculares y aproximación CLOA. Condiciones de formación de enlaces. Moléculas diatómicas homonucleares. Moléculas biatómicas heteronucleares. Moléculas



## 8. Unidades didácticas

poliatómicas. Geometría molecular: modelo VSEPR y orbitales híbridos. Enlaces deslocalizados.

7. Enlace iónico. Estructuras iónicas, principios generales. Energía reticular en cristales iónicos. El ciclo de Born-Haber. Propiedades de compuestos iónicos.

8. Enlace metálico. Introducción. Teoría de bandas. Sólidos conductores, semiconductores y aislantes. Semiconductores intrínsecos y de tipo n y p. Propiedades de compuestos metálicos.

9. Enlace por interacciones intermoleculares. Polarización de enlaces y momento dipolar. Porcentaje de carácter iónico. Interacciones ión - dipolo. Interacciones dipolo - dipolo. Interacciones dipolo - dipolo inducido. Interacciones dipolo inducido - dipolo inducido. Enlaces de hidrógeno.

10. Microscopía en materiales. Microscopía óptica. Preparación de muestras. Ataque químico y electrolítico. Técnicas de contraste. Microscopía Electrónica de barrido. Microscopía Electrónica de transmisión. Teorías de contraste por difracción. Dislocaciones. Precipitados. Estructuras de borde de grano.

11. Fenómenos de deslizamiento en materiales. Características de las dislocaciones. Movimiento de las dislocaciones. Interacción de dislocaciones. Sistemas de deslizamiento. Deformación plástica de materiales policristalinos. Deformación por maclado. Comportamiento de materiales a bajas temperaturas. Endurecimiento por dislocaciones. Comportamiento de dislocaciones a altas temperaturas. Endurecimiento por deformación plástica. Control del tamaño de grano. Recristalización.

12. Estructura de las soluciones sólidas. Soluciones sólidas. Factores de miscibilidad. Ley de Hume-Rothery. Tamaño crítico y electronegatividad. Fases. Fases de Laves. Orden en soluciones sólidas. Compuestos intermetálicos: estructuras cristalinas.

13. Diagramas de fases. Conceptos termodinámicos. Terminología. Límite de solubilidad. Fases. Equilibrio de fases. Diagramas de fases binarios. Ejemplos. Diagramas de fases ternarios. Ejemplos.

14. Difusión en soluciones sólidas. Difusión en soluciones sólidas. Efecto Kinkendall. Autodifusión. Mecanismos interatómicos. Teoría macroscópica y microscópica de la difusión. Las leyes de Fick. Limitaciones. El coeficiente de difusión. Efecto de la temperatura. Migración atómica. Difusión a lo largo de los bordes de grano y de superficies libres. Electrotransporte y termomigración. Aplicaciones.

15. Transferencia de calor material-molde. Radio crítico. Nucleación homogénea y heterogénea. Velocidad de nucleación. Cinética interfacial: mecanismos. Morfologías de solidificación. Solidificación de soluciones monofásicas y polifásicas. Peritético. Eutético y Monotético. Estructura de lingotes: zona superficial, columnar y equiaxial. Colada continua. Estructuras de cordones soldados por fusión. Zonas de afección térmica. Procesos de afino. Nuevos procesos: solidificación rápida, reocasting

16. Transformaciones de fase con difusión en el estado sólido. Técnicas de estudio de transformaciones de fases. Disolución de precipitados. Precipitación. Endurecimiento por precipitación o segundas fases. Estructuras de Windmastaetten. Reacciones discontinuas: Eutectoide. Transformaciones bainíticas. Transformaciones continuas: Descomposición espinodal. Transformaciones ordenadas. Aplicaciones a sistemas de aleaciones metálicas.

17. Transformaciones de fase sin difusión en el estado sólido. Teoría cristalográfica de la transformación martensítica. Energías de la transformación martensítica. Histéresis de la martensita. Termoelasticidad: Martensitas reversibles y no reversibles. Nucleación de la martensita. Efectos mecánicos en la transformación martensita no elástica. Tensión crítica. Transformación inducida por deformación. Efecto de memoria de forma. Efectos pseudoelásticos. Revenido de la transformación martensítica.

## 9. Método de enseñanza-aprendizaje

UD	TA	SE	PA	PL	PC	PI	EVA	TP	TNP	TOTAL HORAS
1	--	--	--	--	--	--	0,20	0,20	15,00	15,20
2	--	--	--	--	--	--	0,10	0,10	10,00	10,10
3	--	--	--	--	--	--	0,20	0,20	15,00	15,20
4	--	--	--	--	--	--	0,05	0,05	7,50	7,55
5	--	--	--	--	--	--	0,20	0,20	15,00	15,20
6	--	--	--	--	--	--	0,10	0,10	7,50	7,60
7	--	--	--	--	--	--	0,10	0,10	7,50	7,60
8	--	--	--	--	--	--	0,20	0,20	10,00	10,20
9	--	--	--	--	--	--	0,05	0,05	7,50	7,55
10	--	--	--	--	--	--	0,30	0,30	15,00	15,30
11	--	--	--	--	--	--	0,30	0,30	15,00	15,30
12	--	--	--	--	--	--	--	--	15,00	15,00
13	--	--	--	--	--	--	0,50	0,50	30,00	30,50
14	--	--	--	--	--	--	0,10	0,10	7,50	7,60
15	--	--	--	--	--	--	0,30	0,30	15,00	15,30





## 9. Método de enseñanza-aprendizaje

<u>UD</u>	<u>TA</u>	<u>SE</u>	<u>PA</u>	<u>PL</u>	<u>PC</u>	<u>PI</u>	<u>EVA</u>	<u>TP</u>	<u>TNP</u>	<u>TOTAL HORAS</u>
16	--	--	--	--	--	--	0,20	0,20	20,00	20,20
17	--	--	--	--	--	--	0,10	0,10	15,00	15,10
<b>TOTAL HORAS</b>	--	--	--	--	--	--	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>227,50</b>	<b>230,50</b>

UD: Unidad Didáctica. TA: Teoría de Aula. SE: Seminario. PA: Práctica de Aula. PL: Práctica de Laboratorio. PC: Práctica de Campo. PI: Práctica de Informática. EVA: Actividades de Evaluación. TP: Trabajo Presencial. TNP: Trabajo No Presencial.

## 10. Evaluación

<u>Descripción</u>	<u>Nº Actos</u>	<u>Peso (%)</u>
(02) Prueba escrita de respuesta abierta	1	60
(10) Caso	1	10
(08) Portafolio	1	20
(05) Trabajo académico	1	10

El alumno realizará una prueba escrita de respuesta abierta, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Esta contemplará tres partes: la primera corresponderá a 8-12 cuestiones de teoría a desarrollar por parte del alumno con un valor del 40% de la prueba. La segunda parte corresponderá a 3-6 cuestiones de las prácticas de laboratorio realizadas con un valor del 20% de la prueba. Finalmente, la tercera parte corresponderá a ejercicios prácticos con un valor del 40% de la prueba.

Sin embargo, el alumno puede optar por la realización de una evaluación continua que contemplará todas las pruebas anteriormente indicadas para lo que se realizarán:

- Cuatro pruebas escritas parciales de respuesta abierta con dos partes. La primera corresponderá a 8-12 cuestiones de teoría a desarrollar por parte del alumno con un valor del 50% de la prueba. La segunda corresponderá a ejercicios prácticos con un valor del 50% de la prueba. La calificación obtenida en estas pruebas parciales tendrán una ponderación del 60% en la nota final.

- Se realizará un trabajo académico, a lo largo del curso, donde se analizará varios trabajos de investigación publicados en el ámbito de la estructura de materiales. La calificación obtenida tendrá una ponderación del 10% en la nota final.

- La realización y evaluación del portafolio donde se recogerá las memorias de las prácticas realizadas en laboratorio tendrá una ponderación del 20% en la nota final.

- Finalmente el alumno realizará un análisis de aplicación de cada una de las unidades didácticas a un elemento químico que se le asignará. La calificación obtenida tendrá una ponderación del 10% en la nota final.

