

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura			
Código	502648	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Ampliación de Fundamentos de Ciencia de Materiales		
Denominación (inglés)	Extension of Fundamentals of Materials Science		
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Materiales		
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales		
Semestre	4	Carácter	Obligatoria
Módulo	Tecnología Específica de Materiales		
Materia	Fundamentos de Ciencia de Materiales		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Óscar Borrero López	B0.06	oborlop@unex.es	
M. Ángeles Díaz Díez	B0.09	marangel@unex.es	
Área de conocimiento	Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica		
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Óscar Borrero López		

Competencias*											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1		CG1		CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	X
CB2		CG2		CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	X
CB3		CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	X
CB4		CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5		CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6		CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
		CG7		CT7	X			CECRI7		CETE7	
		CG8		CT8	X			CECRI8		CETE8	
		CG9		CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
		CG11	X					CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	

\* Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

Contenidos
<b>Breve descripción del contenido*</b>
<p><b>Cristalografía: Simetría puntual y simetría espacial. Red recíproca. Difracción. Termodinámica y cinética de procesos. Equilibrio en sistemas multicomponentes. Equilibrio electroquímico. Métodos de preparación de sólidos. Corrosión y degradación. Protección contra la corrosión.</b></p> <p>La Ciencia e Ingeniería de Materiales es un campo de conocimiento interdisciplinar que abarca el estudio de la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones de los materiales, así como el estudio de sus posibles interrelaciones. En este contexto, esta asignatura amplía conocimientos fundamentales acerca de la estructura y las propiedades de materiales ingenieriles introducidos en la asignatura previa, Fundamentos de Ciencia de los Materiales. En particular:</p> <p>Descripción del orden/simetría atómico en estructuras cristalinas ideales (cristalografía clásica). Análisis de las restricciones impuestas por la simetría al estudio de propiedades físicas de sólidos cristalinos. Y fundamento teórico y determinación experimental de estructuras cristalinas mediante la técnica de difracción de rayos X.</p> <p>El estudio de una reacción química implica el conocimiento del mecanismo, los cambios físicos y energéticos que tienen lugar, y la velocidad con que se forman los productos. Es importante distinguir entre sistemas químicos y electroquímicos. Conocer los componentes de una celda electroquímica y las características de cada uno de ellos. Establecer las condiciones de equilibrio y calcular la fuerza electromotriz a partir de los potenciales de electrodo y efecto de actividades.</p> <p>A partir de todo lo anterior se puede abordar la obtención de materiales sólidos. Los métodos de síntesis dependen de muchos factores como son los estados de oxidación de los elementos, la estabilidad de la fase a preparar, la probabilidad de formación de fases binarias o ternarias termodinámicamente muy estables, la estabilidad térmica de los materiales... Por ello es importante conocer y controlar los compuestos que vamos a preparar para saber qué método de síntesis utilizar. Posteriormente se estudiarán diferentes métodos de síntesis utilizados en función del tipo de compuesto que pretendamos obtener.</p> <p>Finalmente la degradación de materiales y de manera especial la corrosión, sus causas y consecuencias, y los medios que disponemos para combatirla son muy importantes en la sociedad industrial actual. No olvidemos que las pérdidas por corrosión y bajo efectos mecánicos en cualquier país representa un elevado porcentaje de su producto interior.</p>
<b>Temario de la asignatura</b>
<p>Denominación del tema 1: La cristalografía (2 horas)            Contenidos del tema 1: Introducción. Simetría en materiales cristalinos. La cristalografía. Noción de operación de simetría (GG 2 horas)</p>

<p>Denominación del tema 2: La simetría de traslación del cristal (1 hora)          Contenidos del tema 2: Red de Bravais. Las 14 redes de Bravais. Los 7 sistemas cristalinos          Descripción de un cristal a partir de la red de Bravais.          (GG 1 hora)</p>
<p>Denominación del tema 3: Simetría puntual (7 horas)          Contenidos del tema 3: Operaciones de simetría puntuales. Compatibilidad de operaciones de simetría. Grupo puntual de simetría. Representación de grupos puntuales. La proyección estereográfica.          (GG 4 horas)          Actividades prácticas: Seminario de problemas          (3 horas)</p>
<p>Denominación del tema 4: Simetría espacial (6 horas)          Contenidos del tema 4: Operaciones de simetría no puntuales. Grupo espacial de simetría y subgrupos de interés. Representación de grupos espaciales. Proyección basal.          (GG 3 horas)          Actividades prácticas: Seminario de problemas          (3 horas)</p>
<p>Denominación del tema 5: La red recíproca. Difracción (9.5 horas)          Contenidos del tema 5: La red recíproca. Relación entre red directa y red recíproca. Teorema fundamental de la red recíproca. El espacio recíproco desde un punto de vista físico. Difracción de rayos X          (GG 4 horas)          Actividades prácticas: (1) Seminario de problemas (3.5 horas). (2) Práctica en sala de ordenador (2 horas)</p>
<p>Denominación del tema 6: Termodinámica y cinética de procesos (5 horas)          Contenidos del tema 6: Conceptos previos. Principios de la termodinámica. Cinética de procesos.          (GG 2 horas)          Actividades prácticas: Seminario de problemas          (3 horas)</p>
<p>Denominación del tema 7: Equilibrio en sistemas multicomponentes. Equilibrio electroquímico (6 horas)          Contenidos del tema 7: Equilibrio en sistemas multicomponentes. Equilibrios binarios. Equilibrios ternarios. Equilibrio electroquímico.          (GG 4 horas)          Actividades prácticas: Seminario de problemas          (2 horas)</p>

Denominación del tema 8: Métodos de preparación de sólidos (8 horas)  
 Contenidos del tema 8: Métodos físico-químicos. Métodos de preparación de sólidos a partir de líquidos. Métodos de preparación de sólidos a partir de sólidos. Métodos de preparación de sólidos a partir de gases.  
 (GG 4 horas)  
 Actividades prácticas: (1) Seminario de problemas (2 horas). (2) Práctica en sala de ordenador (2 horas)

Denominación del tema 9: Corrosión y degradación. Protección contra la corrosión (6 horas)  
 Contenidos del tema 9: Corrosión. Corrosión seca. Corrosión húmeda. Degradación de materiales. Protección contra la corrosión y la degradación.  
 (GG 4 horas)  
 Actividades prácticas: Seminario de problemas (2 horas)

Descripción de actividades en laboratorio y sala de ordenadores

Prácticas en sala de ordenador

Práctica 1 (Tema 5). Difracción de rayos X en materiales:

El objetivo es simular mediante aplicaciones informáticas sencillas el fenómeno de la difracción, analizando los parámetros principales. Asimismo, se analizarán espectros de difracción representativos sencillos empleando software especializado.

Práctica 2 (Tema 8). Simulación de métodos de preparación de sólidos

El objetivo es simular mediante un laboratorio virtual la obtención de un material sólido y el estudio de la corrosión sobre el mismo.

Software relacionado con la asignatura:

-Demo CMS: Cambridge Materials Selector, realizado por la Universidad de Cambridge bajo el asesoramiento del Prof, Ashby. Permite comparar y seleccionar materiales.

- LVC, Laboratorio virtual de corrosión, permite realizar ensayos de corrosión con diferentes metales variando distintos parámetros.

### Actividades formativas\*

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	8	2						6
2	7	1						6
3	18	4				3		11
4	19.5	3				3	1.5	12
5	22	4			2	3.5		12.5
Examen parcial	1	1						
6	13	2				3		8
7	18	4				2		12
8	23	4			2	2		15

9	19.5	4				2	1.5	12
<b>Evaluación del conjunto</b>	1	1						
<b>Total</b>	150	30			4	18.5	3	94.5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).  
PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)  
SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

Con anterioridad al inicio de cada tema, los estudiantes tendrán a su disposición las transparencias de clase y las relaciones de problemas a través del campus virtual/reprografía. La metodología que se utilizará en las actividades presenciales de la asignatura es la siguiente:

- **Clases magistrales.**

El profesor explicará los contenidos teóricos de cada tema de la asignatura, siguiendo la estructura siguiente: (1) *introducción* de la sesión, donde se conecta con el contenido previo y se detallan los objetivos de aprendizaje; (2) *desarrollo* de contenidos específicos, que constituye el núcleo de la sesión; (3) *recapitulación*. Como apoyos visuales se emplearán la pizarra y transparencias PowerPoint. A lo largo de la sesión se incentivará la participación activa de los alumnos mediante diferentes actividades (cuestiones, discusiones moderadas por el profesor etc.).

- **Clases de ejercicios y problemas**

Resolución por el profesor de ejercicios y problemas tipo que han sido previamente facilitados a los alumnos con suficiente antelación para que los trabajen de forma no presencial. Se realizará una puesta en común de los resultados, para detectar y corregir posibles errores. Finalmente, se discutirá el proceso de resolución. Como apoyos visuales se emplearán la pizarra y transparencias PowerPoint.

- **Prácticas en sala de ordenador**

El profesor explicará el manejo y utilización del software empleado y el procedimiento para el análisis de resultados. Durante el transcurso de estas explicaciones se realizarán demostraciones y ejercicios para relacionar con los contenidos teórico/prácticos de la asignatura. Como apoyo visual se empleará la pizarra digital. Los alumnos responderán un cuestionario al final de cada actividad.

- **Tutorías programadas**

Se trata fundamentalmente de una actividad de seguimiento y retroalimentación tanto para los estudiantes como para el profesor. También permitirá identificar a aquellos alumnos que tengan dificultades especiales con la materia, para propiciar su asistencia a las tutorías individuales de libre acceso.

### Resultados de aprendizaje\*

El alumno habrá completado la formación básica en Ciencia de los Materiales profundizando especialmente en las transformaciones de fases en materiales, y en las técnicas experimentales más empleadas en Ciencia de los Materiales. Conocerá las técnicas experimentales más importantes en Ciencia de los Materiales: y los aspectos avanzados sobre diagramas de equilibrio, tanto binarios como ternarios.

### Sistemas de evaluación\*

#### Criterios de evaluación

**1.** Conocimiento y comprensión de los principales conceptos desarrollados en la asignatura Ampliación de Fundamentos de Ciencia de Materiales.

*Relacionado con las competencias CETE1, CETE3, CG3, CG11, CT1, CT4, CT6-CT8, CT10*

**2.** Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas y cuestiones básicas sobre Ciencia de Materiales.

*Relacionado con las competencias CETE1-3, CG3-CG5, CG11, CT2, CT4, CT6-CT8, CT10*

**3.** Habilidad para la realización individual y en equipo de trabajos prácticos en sala de ordenadores sobre Ciencia de Materiales.

*Relacionado con las competencias CG3-CG5, CG11, CT2-10*

**4.** Capacidad del estudiante para el planteamiento y razonamiento lógico, así como la forma de expresarse y la presentación en las diferentes pruebas escritas.  
*Relacionado con las competencias CG3-5, CG10, CG11, CT2-CT7, CT10*

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido en la memoria verificada</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	80	80	80
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	20	20	20
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	0	0	0
4. Participación activa en clase.	0%-10%	0	0	0
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%	0	0	0

### **Descripción de las actividades de evaluación**

La evaluación ordinaria constará de las siguientes pruebas:

- Examen final teórico/práctico (**80%**) que constará de dos bloques:

a) Bloque teórico: incluirá cuestiones de desarrollo teórico y/o preguntas tipo test. La calificación máxima que podrá obtener el estudiante en este bloque será de 5 puntos, siendo imprescindible obtener una calificación mínima de 2 puntos.

b) Bloque de ejercicios prácticos: incluirá al menos dos problemas. La puntuación máxima que podrá obtener el estudiante en este bloque será de 5 puntos, siendo imprescindible obtener al menos 2 puntos en este bloque.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en el examen final teórico/práctico. Si el estudiante no alcanza el mínimo en la parte de teoría o de problemas, su calificación final será Suspenso 4,5.

Se realizará un examen parcial (temas 1-5) que tendrá la estructura descrita anteriormente. Este examen no será obligatorio y si el estudiante obtiene una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 (de los que al menos 2 puntos correspondan al bloque teórico y 2 puntos al bloque de ejercicios prácticos) tendrá carácter eliminatorio, *únicamente para la convocatoria ordinaria*.

En el caso de que se elimine, la calificación obtenida en el examen parcial supondrá el 50% de la nota del examen final.

En el segundo bloque de la asignatura (temas 6-9), se podrá ofrecer la posibilidad de realizar pruebas de evaluación eliminatorias: el alumno no necesitará examinarse en la prueba de evaluación final de las partes superadas en las pruebas eliminatorias.

- Cuestionario(s) de las actividades prácticas realizadas en sala de ordenadores, siempre que el estudiante haya asistido a estas sesiones **(20%)**.

En las **convocatorias extraordinarias**, la calificación final se obtendrá sumando la calificación obtenida en las actividades NO RECUPERABLES (prácticas en sala de ordenadores) a la obtenida en un examen teórico-práctico, que tendrá la misma estructura y valoración **(80%)** que el de la convocatoria ordinaria.

La **evaluación global** tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Examen teórico-práctico, con la estructura y mínimos descritos para la convocatoria ordinaria **(80%)**.
- Prueba teórico-práctica relacionada con las prácticas de laboratorio **(20%)**.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía básica**

1. Callister W. D. Jr., "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales" (Limusa-Wiley, 2009).
2. Zolotoyabko, E., "Basic Concepts of Crystallography" (Wiley-VCH, 2011)
3. RUSS, J. C.; "Materials Science". PWS Publishing Company, Boston, Mass (1996).
4. SMITH, W.F.; "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales", 3ª ed.; McGraw-Hill, Madrid (1998).
5. SHACKELDFORD, J. F.; "Introduction to Materials Science for Engineers, 5th ed.; Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ (2000).

#### **Bibliografía complementaria**

1. Amigó, J.M., Briansó J.L., Briansó, M.C., Coy Yll R., Solans Huguet J. "Cristalografía" (Rueda, 1981).
2. Giacobozzo C., Monaco H.L., Artioli G., Viterbo D., Ferraris G., Gilli G., Zanotti G., Catti M., "Fundamentals of Crystallography, 2nd Ed." (Oxford University Press, 2002).
3. Van Vlack L. H., "Elements of Materials Science and Engineering" (Addison-Wesley, 1989).
4. Ashby M.F. & Jones D.R.H., "Materiales para Ingeniería I: Introducción a las propiedades, las aplicaciones y el diseño" (Reverté, 2008)



5. Ashby M.F., Jones D.R.H., "Materiales para Ingeniería 2: Introducción a la Microestructura, el procesamiento y el diseño" (Reverté, 2009).
6. Askeland, D. R., Phule P. P., "La Ciencia e Ingeniería de los Materiales" (Thomson Internacional, 2004).

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

#### Páginas web

Temas 1-5:

<http://www.cryst.ehu.es/>

<http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/>

<http://cst-www.nrl.navy.mil/lattice/>

<http://img.chem.ucl.ac.uk/sgp/large/sgp.htm>

Temas 6-9:

**1. URL:** <http://asm.micronexx.com/cgi-bin/SoftCart.exe/search.html>

**Autor:** ASM International: Society for Materials Engineers.

**Título:** Base de datos de materiales y aleaciones

**Contenido:** Más de 4000 páginas de datos sobre una gran variedad de materiales y aleaciones. Dispone de dos vías de búsqueda, por tipo de material (metal, cerámico, polímero, compuesto) o por nombre de aleación. En aproximadamente quince minutos proporciona vía fax la siguiente información del material solicitado: composición, estructura, propiedades físicas y mecánicas, características de procesado y fabricantes.

**2. URL:** <http://www.ceramics.nist.gov/srd/summary/advmatdb.htm>

**Autor:** Materials Science and Engineering Laboratory. Ceramics Division.

**Título:** Base de datos de propiedades de materiales cerámicos avanzados.

**Contenido:** Base de datos de valores de propiedades (térmicas, mecánicas, estructurales y químicas) obtenidas de mediciones e información publicada.

**3. URL:** <http://www.polymerland.com/products/core-com.html>

**Autor:** Polymerland

**Título:** Materiales poliméricos más empleados

**Contenido:** Contiene datos de los polímeros más empleados en la actualidad: designación, color y propiedades más destacables.

**4. URL:** [http://www.lib.umich.edu/libhome.Dentistry.lib/Dental\\_tables/toc.html](http://www.lib.umich.edu/libhome.Dentistry.lib/Dental_tables/toc.html)

**Autor:** University of Michigan School of Dentistry

**Título:** Base de datos de propiedades de biomateriales

**Contenido:** Tabla de propiedades de biomateriales médicos y dentales: son datos clasificados en 42 tablas, cada una referente a una propiedad de una gran cantidad de materiales.

**5. URL:** <http://www.archaeometallurgy.com/siteinfo/ametintro.html>

**Autor:** Archaeometallurgy.com

**Título:** Metalurgia antigua: los metales no férreos.

**Contenido:** Introducción a los orígenes de la Ciencia de la Metalurgia; descripción de los minerales en general y de los metalúrgicos en particular, cómo se empezaron a usar los metales y sus primeras aplicaciones.

**6. URL:** <http://www.designinsite.dk/htmsider/m0806.htm>

**Autor:** Danish Design Foundation.

**Título:** Materiales metálicos.

**Contenido:** Generalidades sobre los metales: estructura cristalina, propiedades y lista de materiales metálicos con sus densidades y precios.

**7. URL:** <http://www.archaeometallurgy.com/resource/terms.html>

**Autor:** Archaeometallurgy.com

**Título:** Glosario de términos metalúrgicos.

**Contenido:** Incluye una gran cantidad de definiciones de términos relativos a toda la historia de la Ciencia de la Metalurgia.