

Facultad de Ciencias

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

384 - Simulación y Modelización de Nuevos Materiales

Máster Universitario en Nuevos Materiales
Optativa. Curso 1

Curso Académico 2024-2025

1. DATOS IDENTIFICATIVOS

Título/s	Máster Universitario en Nuevos Materiales			Tipología v Curso	Optativa. Curso 1
Centro	Facultad de Ciencias				
Módulo / materia	MÓDULO OPTATIVO GENERAL				
Código y denominación	384 - Simulación y Modelización de Nuevos Materiales				
Créditos ECTS	5	Cuatrimestre	Cuatrimestral (2)		
Web					
Idioma de impartición	Español	English friendly	Sí	Forma de impartición	Presencial

Departamento	DPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA Y FISICA DE LA MATERIA CONDENSADA				
Profesor responsable	FRANCISCO JAVIER JUNQUERA QUINTANA				
E-mail	javier.junquera@unican.es				
Número despacho	Facultad de Ciencias. Planta: + 3. DESPACHO - INVESTIGADOR (RAMON Y CAJAL) (3012)				
Otros profesores	DIEGO FERREÑO BLANCO EDUARDO OGANDO ARREGUI DAVID DE COS ELICES				

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

- Descripción cuántica de la estructura de la materia: Propiedades electrónicas elementales de átomos (estructura de capas), moléculas (enlace molecular, rotaciones y vibraciones) y sólidos (bandas de energía)
- Quantum description of the structure of matter: Elementary electronic properties of atoms (electronic shell structure), molecules (bond formation, molecular rotations and vibrations), and crystalline solids (energy bands)
- Propiedades macroscópicas de los materiales: problemas estructurales (elasticidad y plasticidad), electromagnéticos y térmicos (conducción y convección), así como la interacción entre ellos.
- Macroscopic properties of materials: Structural problems (elasticity and plasticity), electromagnetic and thermal properties (conduction and convection), and interactions between them.
- Conocimientos básicos de Linux.
- Basic knowledge of Linux.

3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

Competencias Genéricas

Reconocimiento y aplicación de los conceptos, principios y teorías propias de la ciencia de nuevos materiales.

Ser capaz de analizar, proponer métodos de resolución y contribuir a la resolución efectiva de problemas técnicos o sociales concretos en que se involucre la ciencia de materiales, dentro de grupos multidisciplinares.

Ser capaz de identificar críticamente las novedades de mayor repercusión y de adquirir de manera autónoma nuevos conocimientos en ciencia de materiales, tanto a partir de la bibliografía especializada, como del contacto personal con especialistas en el campo.

Ser capaz de exponer y comunicar resultados relevantes, tanto del propio trabajo como del de otros investigadores en el campo de nuevos materiales, así como sus implicaciones en la sociedad ante audiencias especializadas multidisciplinares e, incluso, ante el público en general.

Capacidad para participar, bajo la supervisión de doctores, en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación científica en el área del máster que, eventualmente, permitan realizar una Tesis Doctoral.

Competencias Específicas

Capacidad de análisis, síntesis y gestión de información sobre la ciencia de nuevos materiales.

Aprendizaje y trabajo autónomo y creativo en relación a la temática planteada en el Máster.

Capacidad de organización y planificación del trabajo personal, así como la motivación por la realización de un trabajo excelente.

Comunicación oral y escrita en la lengua nativa y en inglés, en lo que respecta al campo de nuevos materiales.

Capacidad para desarrollar trabajo en equipo, establecer relaciones interpersonales y tomar decisiones.

Ser capaz de desarrollar trabajos prácticos dirigidos.

Tener la capacidad de aplicar las herramientas de la ciencia de los nuevos materiales en la investigación de alto nivel.

3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Cálculo de las propiedades electrónicas de átomos multielectrónicos: energía de enlace, potenciales de ionización, transiciones ópticas en átomos. Estructura electrónica de nanoagregados: configuración de equilibrio, estados metaestables, densidades de estados electrónicos, reactividad, propiedades vibracionales,.. Cálculo de las propiedades de sólidos.

- Cálculo de propiedades macroscópicas de materiales (elasticidad, conducción térmica,...)

- Conocimiento de los métodos computacionales y sus posibilidades para resolver problemas específicos del comportamiento microscópico y macroscópico de los materiales.

- Uso y familiaridad con las características y posibilidades de distintos programas de computación y simulación de materiales, como ejemplo de los muchos existentes.

4. OBJETIVOS

- Introducir al alumnado en los métodos de simulación y modelización por ordenador del comportamiento de los materiales. El alumnado deberá trabajar con dichos métodos.

-Presentar la teoría del funcional de la densidad DFT como método de simulación de las propiedades electrónicas basado en la descripción cuántica del sistema electrones-núcleos. Usar códigos de cálculo para átomos multielectrónicos, moléculas y sólidos (ejemplos: SIESTA).

Para los sistemas macroscópicos: Resolución de problemas estructurales (elasticidad y plasticidad) electromagnéticos y térmicos (conducción y convección), así como la interacción entre ellos. Se usarán programas basados en el método de elementos finitos FEM.

Resaltar la importancia fundamental de estos métodos en la moderna ciencia de materiales pues permiten no solo prever el comportamiento, ciclo de vida, etc, sino diseñar y mejorar el diseño de piezas o dispositivos en los que entran a formar parte dichos materiales.

5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES

ACTIVIDADES	HORAS DE LA ASIGNATURA
ACTIVIDADES PRESENCIALES	
HORAS DE CLASE (A)	
- Teoría (TE)	15
- Prácticas en Aula (PA)	35
- Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)	
- Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)	
- Prácticas Clínicas (CL)	
Subtotal horas de clase	50
ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)	
- Tutorías (TU)	4
- Evaluación (EV)	4
Subtotal actividades de seguimiento	8
Total actividades presenciales (A+B)	58
ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	
Trabajo en grupo (TG)	
Trabajo autónomo (TA)	67
Tutorías No Presenciales (TU-NP)	
Evaluación No Presencial (EV-NP)	
Total actividades no presenciales	67
HORAS TOTALES	125

6. ORGANIZACIÓN DOCENTE

CONTENIDOS		TE	PA	PLE	PLO	CL	TU	EV	TG	TA	TU- NP	EV- NP	Semana
1	Sistemas de electrones: descripción cuántica. Ecuación de Schrödinger. Función de onda multielectrónica y densidad. Teoría de pseudopotenciales que conservan la norma. Propiedades: transferibilidad y suavidad. Simulaciones en átomos multielectrónicos con el programa ATOM.	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	1
2	Teoría del funcional de la densidad (DFT). Ecuaciones de Kohn-Sham y métodos de resolución. Propiedades electrónicas, estructurales y vibracionales de agregados usando el código SIESTA.	3,00	8,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	2-4
3	Supercomputación aplicada a cálculos de propiedades electrónicas usando el método del funcional de la densidad (DFT). Código SIESTA.	3,00	7,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	14,00	0,00	0,00	5-6
4	- Métodos de Elementos Finitos (FEM). Modelización y simulación de problemas electromagnéticos. Programas FEMM y Comsol Multiphysics.	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	7-8
5	- Métodos de Elementos Finitos (FEM) II Programa ANSYS. Problemas termomecánicos (elasticidad, plasticidad y conductividad térmica)	1,00	7,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	9-10
6	- Problemas Termomecánicos II (elasticidad, plasticidad y conductividad térmica). Problemas electromagnéticos.	2,00	6,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	13,00	0,00	0,00	11-12
TOTAL DE HORAS		15,00	35,00	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	67,00	0,00	0,00	

Esta organización tiene carácter orientativo.

TE	Horas de teoría
PA	Horas de prácticas en aula
PLE	Horas de prácticas de laboratorio experimental
PLO	Horas de prácticas de laboratorio en ordenador
CL	Horas de prácticas clínicas
TU	Horas de tutoría
EV	Horas de evaluación
TG	Horas de trabajo en grupo
TA	Horas de trabajo autónomo
TU-NP	Tutorías No Presenciales
EV-NP	Evaluación No Presencial

7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

Descripción	Tipología	Eval. Final	Recuper.	%
Memoria sobre simulaciones en átomos y moléculas	Trabajo	No	Sí	30,00
Calif. mínima	2,00			
Duración				
Fecha realización	Dos semanas después de finalizar el tema 2.			
Condiciones recuperación	Corrección de errores en las simulaciones, tanto en los cálculos como en sus interpretaciones			
Observaciones	El trabajo tendrá una limitación de páginas y deberá estructurarse como un informe de los resultados de una investigación: Resumen (traducido al inglés), Introducción (motivación y antecedentes), Metodología, Resultados, Discusión (incluyendo comparación con otros cálculos y en su caso con resultados experimentales), Conclusiones y Bibliografía.			
Memoria sobre simulaciones en sólidos	Trabajo	No	Sí	20,00
Calif. mínima	0,00			
Duración				
Fecha realización	Dos semanas después de terminar el tema 3.			
Condiciones recuperación	Corrección de errores en las simulaciones, tanto en los cálculos como en sus interpretaciones			
Observaciones	El trabajo tendrá una limitación de páginas y deberá estructurarse como un informe de los resultados de una investigación: Resumen (traducido al inglés), Introducción (motivación y antecedentes), Metodología, Resultados, Discusión (incluyendo comparación con otros cálculos y en su caso con resultados experimentales), Conclusiones y Bibliografía.			
Memoria sobre simulaciones con métodos de elementos finitos	Trabajo	No	Sí	20,00
Calif. mínima	0,00			
Duración				
Fecha realización	Dos semanas después de finalizar el tema 4.			
Condiciones recuperación	Corrección de errores en las simulaciones, tanto en los cálculos como en sus interpretaciones			
Observaciones	El trabajo tendrá una limitación de páginas y deberá estructurarse como un informe de los resultados de una investigación: Resumen (traducido al inglés), Introducción (motivación y antecedentes), Metodología, Resultados, Discusión (incluyendo comparación con otros cálculos y en su caso con resultados experimentales), Conclusiones y Bibliografía.			
Memoria sobre simulaciones en sistemas macroscópicos termomecánicos	Trabajo	No	Sí	30,00
Calif. mínima	2,00			
Duración				
Fecha realización	Dos semanas después de finalizar el tema 6.			
Condiciones recuperación	Corrección de errores en las simulaciones, tanto en los cálculos como en sus interpretaciones			
Observaciones	El trabajo tendrá una limitación de páginas y deberá estructurarse como un informe de los resultados de una investigación: Resumen (traducido al inglés), Introducción (motivación y antecedentes), Metodología, Resultados, Discusión (incluyendo comparación con otros cálculos y en su caso con resultados experimentales), Conclusiones y Bibliografía.			
TOTAL				100,00
Observaciones				

Una vez entregadas las memorias, el profesorado podrá solicitar del alumnado su aclaración y/o modificación, antes de proceder a la evaluación final.
 Para aprobar la asignatura es imprescindible tener una nota superior a 2,00 puntos sobre 10,00 en cada uno de las memorias. La asistencia a las sesiones de las diferentes modalidades docentes es obligatoria y podrá ser utilizada en la calificación de la asignatura.
 En caso de ausencias reiteradas no justificadas, a juicio del profesorado, la evaluación se realizará mediante una única prueba que valorará el nivel de adquisición de todas las competencias de la asignatura, incluidas las prácticas.

Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial

Deberán entregar también una memoria como el resto del alumnado. Este tipo de trabajo es posible realizarlo telemáticamente, por lo que el alumnado a tiempo parcial puede completar las simulaciones al igual que el resto del alumnado. Se tendrá una mayor flexibilidad en los plazos indicados anteriormente.

8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

BÁSICA

- 1.-) Chapman A.J., "Transmisión de Calor", 3ª Edición, Editorial Bellisco, 1984, Madrid.
- 2.-) E. Oñate, B. Suarez, "Aplicaciones del Método de los Elementos Finitos en Ingeniería. Análisis de estructuras" (vol. 1). 477 pp., ISBN: 84-7653-010-2.
- 3.-) Zienkiewicz O C & Taylor R L. "The finite element method. Vol. I. Basic formulations and linear problems". London: McGraw-Hill, 1989. 648 p.; Vol. II. "Solid and fluid mechanics: dynamics and non-linearity". London: McGraw-Hill, 1991. 807 p.
- 4.-) Stanley Humphries, "Finite-element methods for electromagnetics" (1997) Download at <http://www.fieldp.com/femethods.html>.
- 5.-) K. Ohno, K. Esfarjani, and Y. Kawazoe "Computational Materials Science", (Springer, Berlin,1999).
- 6.-) J. M. Thijssen, "Computational Physics", Cambridge University Press, Cambridge, 1999.- Daryl L. Logan, "A First Course in the Finite Element Method", 4ª ed. Cengage-Engineering, 2006.
- 7.-) Tirupathi R. Chandrupatla and Ashok D. Belegundu, "Introduction to Finite Elements in Engineering", 3ª ed. Prentice Hall, 2002
- 8.-) R. G. Parr y W. Yang, "Density Functional Theory of Atoms and Molecules" (Oxford University Press, 1989)
- 9.-) J. Kohanoff, "Electronic Structure Calculations for Solids and Molecules. Theory and computational methods", Cambridge U P, Cambridge UK, 2006.
- 10.-) Richard M. Martin "Electronic structure: basic theory and practical methods", Cambridge University Press, 2004.
- 11.-) L. Ramdas Ram-Mohan. "Finite elements and boundary element applications in quantum mechanics", Oxford University Press, Oxford, 2002. .

Complementaria

Manuales de los programas:
 Código SIESTA: <https://departments.icmab.es/leem/siesta/>
 Código ANSYS: <http://www.ansys.com/>
 Manuales de los programas FEMM y Comsol Multiphysics.

 Código FEMM:
[https://urldefense.com/v3/__https://www.femm.info/wiki/HomePage__;!!D9dNQwwGXtA!UXsKY_PcWXI6Y53V5Nkb2yHwboXqARjKiL0N-3od6THEeQ33EXHiJvUtfcHPBELpcKOPhNgSVTM6hb3zTbyaPqUNU8_I\\$](https://urldefense.com/v3/__https://www.femm.info/wiki/HomePage__;!!D9dNQwwGXtA!UXsKY_PcWXI6Y53V5Nkb2yHwboXqARjKiL0N-3od6THEeQ33EXHiJvUtfcHPBELpcKOPhNgSVTM6hb3zTbyaPqUNU8_I$)

 Código Comsol:
[https://urldefense.com/v3/__https://www.comsol.com__;!!D9dNQwwGXtA!UXsKY_PcWXI6Y53V5Nkb2yHwboXqARjKiL0N-3od6THEeQ33EXHiJvUtfcHPBELpcKOPhNgSVTM6hb3zTbyaPqQCNLAM\\$](https://urldefense.com/v3/__https://www.comsol.com__;!!D9dNQwwGXtA!UXsKY_PcWXI6Y53V5Nkb2yHwboXqARjKiL0N-3od6THEeQ33EXHiJvUtfcHPBELpcKOPhNgSVTM6hb3zTbyaPqQCNLAM$)

9. SOFTWARE				
PROGRAMA / APLICACIÓN	CENTRO	PLANTA	SALA	HORARIO
ANSYS	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Camino CP UC		Aulas Sim B1-B4	
SIESTA	Facultad de Ciencias UC			
SIESTA, FEMM, COMSOL	Universidad del País Vasco			

10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS	
<input checked="" type="checkbox"/> Comprensión escrita	<input type="checkbox"/> Comprensión oral
<input checked="" type="checkbox"/> Expresión escrita	<input type="checkbox"/> Expresión oral
<input type="checkbox"/> Asignatura íntegramente desarrollada en inglés	
Observaciones	
Asignatura English Friendly: El profesorado adquiere el compromiso de:	
- Facilitar el acceso a los contenidos de la asignatura mediante referencias bibliográficas para el seguimiento de la asignatura en inglés.	
- Atender en inglés las tutorías cuando los estudiantes de intercambio lo soliciten.	
- Permitir que los estudiantes de intercambio que así lo soliciten realicen la evaluación en lengua inglesa.	