

GUÍA DOCENTE **M9 Nanomagnetismo y espintrónica molecular.**

COURSE GUIDE **M9 Molecular nanomagnetism and spintronics.**

1.- FICHA IDENTIFICATIVA / COURSE DATA

Datos de la Asignatura / Data Subject

Código/Code	310858
ECTS	4,5
Curso académico/Academic year	2023-24

Profesor/ Professor	Univ.	email	ECTS
Bedoya, Amilcar	UV	Amilcar.bedoya@uv.es	1
Camarero, Julio (coord.)	UAM	julio.camarero@uam.es	2,5
Coronado, Eugenio	UV	eugenio.coronado@uv.es	1

2.- RESUMEN / SUMMARY

Castellano

Se pretende introducir al alumno en los avances recientes del nanomagnetismo molecular; en concreto en la preparación de nanoestructuras magnéticas basadas en moléculas, en su investigación con técnicas físicas, y en el desarrollo de sus posibles aplicaciones espintrónicas.

English

The general aim of the course is to provide the students with a coherent and modern education of a wide range of fundamental, methodological and technological aspects on nanomagnetism and molecular spintronics.

3.- CONOCIMIENTOS PREVIOS / PREVIOUS KNOWLEDGE

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Relationship to other subjects of the same degree

There are no specified enrollment restrictions with other subjects of the curriculum.

4.- COMPETENCIAS / OUTCOMES

Cód	Competencia	Outcome
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.	Students can apply the knowledge acquired and their ability to solve problems in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their field of study.
CB08	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.	Students are able to integrate knowledge and handle the complexity of formulating judgments based on information that, while being incomplete or limited, includes reflection on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.
CB10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.	Students have the learning skills that will allow them to continue studying in a way that will be largely self-directed or autonomous.
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.	Students have the knowledge and understanding that provide a basis or an opportunity for originality in developing and/or applying ideas, often within a research context.
CE01	Que los estudiantes hayan adquirido los conocimientos y habilidades necesarias para seguir futuros estudios de doctorado en Nanociencia y Nanotecnología.	To possess the necessary knowledge and abilities to continue with future studies in the PhD program in Nanoscience and Nanotechnology.
CE02	Que los estudiantes de un área de conocimiento (p.e. física) sean capaces de comunicarse e interactuar científicamente con colegas de otras áreas de conocimiento (p.e. química en la resolución de problemas planteados por la Nanociencia y la Nanotecnología Molecular.	For students from field of knowledge (e.g. chemistry) to be able to scientifically communicate and interact with colleagues from another field (e.g. physics) in the resolution of problems laid out by the Molecular Nanoscience and Nanotechnology.
CE07	Adquirir los conocimientos básicos en los fundamentos, el uso y las aplicaciones de las técnicas microscópicas y espectroscópicas utilizadas en nanotecnología.	To acquire the basics knowledge in fundamentals, use and applications of microscopic and spectroscopic techniques used in nanotechnology.
CE11	Evaluar las relaciones y diferencias entre las propiedades macroscópicas de los materiales y las propiedades de los sistemas unimoleculares y los nanomateriales.	To assess the relationships and differences between the materials macroscopic properties and those of unimolecular systems and nanomaterials.
CE12	Evaluar la relevancia de las moléculas y de los materiales híbridos en electrónica, espintrónica y Nanomagnetismo molecular.	To assess the molecules and hybrid materials relevance in electronics, spintronics and molecular nanomagnetism.
CE14	Conocer las principales aplicaciones tecnológicas de los nanomateriales moleculares y ser capaz de situarlas en el contexto general de la Ciencia de	To know the main molecular nanomaterials technological applications and to be able to put them in the Material Science general context.

	Materiales.	
CE16	Conocer las principales aplicaciones de las nanopartículas y de los materiales nanoestructurados - obtenidos o funcionalizados mediante una aproximación molecular- en magnetismo, electrónica molecular y biomedicina.	To know the main applications of nanoparticles and nanostructured materials –obtained or functionalised using a molecular approach- in magnetism, molecular electronics and biomedicine.

5.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE / LEARNING OUTCOMES

Castellano
<ul style="list-style-type: none"> - Adquirir unos conocimientos básicos y una visión de conjunto de las principales líneas de estudio e investigación dentro del área del Nanomagnetismo, incluyendo propiedades electrónicas, magnéticas y de transporte de sistemas magnéticos de reducida dimensionalidad y nanoestructuras. - Conocer las principales técnicas experimentales para caracterizar las propiedades electrónicas, magnéticas y de transporte de nanoestructuras. Saber utilizar herramientas experimentales para medir propiedades magnéticas y de transporte de nanoestructuras magnéticas. - Conocer y comprender las propiedades electrónicas, magnéticas y de transporte más relevantes de los materiales magnéticos a escala nanométrica y en nanoestructuras. - Conocer las múltiples aplicaciones de las nanoestructuras magnéticas así como las tendencias futuras de investigación dentro del área del Nanomagnetismo

English
<ul style="list-style-type: none"> - To acquire the basic knowledge as well as the overall view of the principal research lines of the Nanomagnetism area, including electronic, magnetic and transport properties of low dimensional magnetic systems and nanostructures. - To know the main experimental technologies (skills) to characterize electronic, magnetic properties and of transport of nanoestructuras. To be able to use experimental tools for measuring magnetic and transport properties of magnetic nanostructures. - To know and to understand the most relevant magnetic, electronic and transport properties in magnetic materials at the nanoscale and in nanostructures. - To know the multiple applications of the magnetic nanostructures as well as the future trends of research within the Nanomagnetism area.

6.- DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

Número de orden:	1
Nombre de la U.T. (Castellano):	
U.T. Name (English):	
Descripción de contenidos (Castellano):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Conceptos básicos de Nanomagnetismo.</i> Influencia de interfases artificiales, efectos de proximidad y dimensionalidad. Texturas magnéticas (dominios magnéticos, vórtices magnéticos, skyrmions) 2. <i>Propiedades y escalas magnéticas.</i> Procesos de inversión de imanación, efectos de tamaño y procesos dinámicos. Espintrónica (spin valves, MTJ, spin torque effect), orbitrónica (spin Hall effect, Inverse SHE) 3. <i>Técnicas experimentales de caracterización</i> de propiedades electrónicas, magnéticas y de transporte de nanoestructuras. 4. <i>Modelos teóricos</i> fundamentales para abordar el estudio del magnetismo y fenómenos relacionados a escala nanoscópica. 5. <i>Desarrollos recientes y tendencias futuras de investigación</i> en Nanomagnetismo Molecular (moléculas magnéticas, imanes unimoleculares, ...). 6. <i>Espintrónica basada en materiales moleculares (espintrónica orgánica):</i> Fabricación de válvulas de espin moleculares e ingeniería de interfases. Fabricación de dispositivos multifuncionales. 7. Nanoespintrónica Molecular (dispositivos unimoleculares; <i>Computación cuántica</i> con qubits magnéticos basados en moléculas) 	
Descripción de contenidos (English):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Nanomagnetism basic concepts.</i> Artificial interphases influence, proximity and dimensionality effects. Magnetic textures (magnetic domain, magnetic vortices, skyrmions) 2. <i>Magnetic properties and scales.</i> Magnetic inversion process, size effects and dynamic processes. Spintronics (spin valves, MTJ, spin torque effect), orbitronics (Spin Hall effect, Inverse SHE). 3. <i>Characterization experimental techniques</i> of electronic, magnetic and transport properties of nanostructures. 4. <i>Fundamental theoretical models</i> for magnetism and nanoscopic scale related phenomena study. 5. <i>Recent developments and future recent tendencies</i> in Molecular Nanomagnetism (magnetic molecules, single-molecule magnets,). 6. Spintronics based on molecular materials (organic spintronics): Molecular spin-valves fabrication and interphase engineering. Multifunctional devices fabrication. 7. Molecular Nanospintronics (single-molecule devices: quantum computing with magnetic qubits based on molecules). 	

7.- VOLUMEN DE TRABAJO / WORKLOAD

Actividad	Activity	Horas/ Hours/ Hores
Presencial	In-person	
Asistencia a clases de teoría	Evaluation and/or exam.	22,5
Seminarios teóricos/participativos.	Research work exposition and public defence.	7,6
Tutorías sobre las clases teóricas	Exams study and preparation.	6
Evaluación y/o examen	Teamwork preparation.	2
No presencial	Not in-person	
Preparación y estudio clases teoría	Laboratory experimental work	18
Estudio y preparación de pruebas	Research work report elaboration.	56,5
Total presenciales	Total in-person	38
Total no presenciales	Total not in-person	74,5
Total	Total	112,5

8.- METODOLOGÍA DOCENTE / TEACHING METHODOLOGY

METODOLOGÍAS DOCENTES	TEACHING METHODOLOGY
Clases teóricas lección magistral participativa	Theory classes, participatory lectures
Discusión de artículos.	Articles discussion.
Debate o discusión dirigida.	Chaired debate or discussion.
Discusión de casos prácticos o problemas en seminario.	Practical cases or seminar problems discussion.
Seminarios.	Seminars.
Problemas.	Problems.
Prácticas y demostraciones de laboratorio y visitas a instalaciones.	Laboratory practices and demonstrations and visit to installations.
Conferencias de expertos.	Experts conferences.

9.- EVALUACIÓN / EVALUATION

EVALUACIÓN	EVALUATION	
Examen escrito sobre contenidos básicos de la materia	Written exam about the subject basic contents	70-90%
Resolución de cuestiones.	Questions answering	10-20%
Asistencia y participación activa en los seminarios.	Attendance and active participation in seminars.	0-10%

10.- REFERENCIAS / REFERENCES**10.1 Básicas/Basic**

- Micromachines & Nanotechnology: The Amazing New World of the Ultrasmall, David Darling, Silver Burdett Press, 1995.
- World Scientific Series in Nanoscience and Nanotechnology: Volume 3. Molecular Cluster Magnets Edited by: Richard Winpenny (The University of Manchester, UK) World Scientific, 2012.

10.2 Complementarias

Bibliografía:

- J. Stöhr and H.C. Siegmann, *Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics*, Springer Series in solid-state sciences, Springer Berlin Heidelberg New York (2006). ISBN-13 978-3-540-30282-7
- World Scientific Series in Nanoscience & Nanotechnology: Vol. 3. *Molecular Cluster Magnets* Edited by: R. Winpenny (University of Manchester, UK) World Scientific, 2012. ISBN: 978-981-4464-02-4.

Monográficos.

- *Focus: Organic Spintronics*, Nature Materials 8, No. 9 (September 2009).
- *Molecular vs inorganic spintronics: role of molecular materials and single molecules*, Julio Camarero & Eugenio Coronado, J. Mater. Chem. Highlight 19, 1678 (2009).