

GUÍA DOCENTE	M2 Fundamentos de nanociencia.
COURSE GUIDE	M2. Fundamentals in nanoscience.

1.- FICHA IDENTIFICATIVA / COURSE DATA

Datos de la Asignatura / Data Subject

Código/Code	310851
ECTS	4,5
Curso académico/Academic year	2023-24

Profesor/ Professor	Univ.	email	ECTS	Lesson
Fernández Rossier, Joaquín	UA/INL	joaquin.fernandez-rossier@inl.int	0,75	1b,1d
Cardona, Salvador (coord.)	UV	Salvador.cardona@uv.es	1	0,1a,1c
Rodríguez, María Luz (coord.)	UVa	mluz@eii.uva.es	2	2, 3, 4
Giménez Marqués, Mónica	UV	monica.gimenez-marques@uv.es	0,75	2, 4

2.- RESUMEN / SUMMARY

Castellano
Se pretende que los estudiantes adquieran los fundamentos y se familiaricen con los fenómenos físico-cuánticos que más comúnmente se manifiestan en la nanoescala. Así mismo, se pretende que los alumnos adquieran aquellos conocimientos básicos relacionados con la nanoquímica como herramienta en la construcción de sistemas complejos a partir de unidades perfectamente definidas, y su aplicación en distintas áreas de investigación.

English
The students will acquire the fundamentals and get acquainted with quantum mechanics phenomena that most commonly manifest at the nanoscale. Also the students will get acquainted with the basics of nanochemistry as a tool for building complex systems starting from basic units and their application in various research areas.

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.
CE03	Conocer los fundamentos de física del estado sólido y de química supramolecular necesarios en nanociencia molecular.	To know the fundamentals of solid state physics and supramolecular chemistry necessary on molecular nanoscience.
CE04	Conocer las aproximaciones metodológicas utilizadas en Nanociencia	To know the methodological approaches used in Nanoscience.

CE06	Conocer las principales técnicas de nanofabricación de sistemas moleculares.	To know the main techniques for molecular systems nanofabrication.
CE09	Adquirir conocimientos conceptuales sobre los procesos de auto-ensamblado y auto-organización en sistemas moleculares.	To acquire the conceptual knowledge about molecular systems self-assembly and self-organisation.
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.
CE14	Conocer las principales aplicaciones tecnológicas de los nanomateriales moleculares y ser capaz de situarlas en el contexto general de la Ciencia de Materiales.	To know the main molecular nanomaterials technological applications and to be able to put them in the Material Science general context.

5.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE / LEARNING OUTCOMES

Castellano
Se pretende que los estudiantes adquieran los fundamentos y se familiaricen con los fenómenos físico-cuánticos que más comúnmente se manifiestan en la nanoescala. Así mismo, se pretende que los alumnos adquieran aquellos conocimientos básicos relacionados con la nanoquímica como herramienta en la construcción de sistemas complejos a partir de unidades perfectamente definidas, y su aplicación en distintas áreas de investigación.

English
The students will acquire the fundamentals and get acquainted with quantum mechanics phenomena that most commonly manifest at the nanoscale. Also the students will get acquainted with the basics of nanochemistry as a tool for building complex systems starting from basic units and their application in various research areas.

6.- DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

Número de orden:	1
Nombre de la U.T. (Castellano):	Fundamentos de nanociencia.
U.T. Name (English):	Fundamentals in nanoscience.
Descripción de contenidos (Castellano):	
<p>0) Introducción:</p> <p>a) Aproximación ascendente y descendente a la Nanociencia.</p> <p>b) Baja dimensionalidad: Conceptos básicos y ejemplos de estructuras 0-, 1-, y 2-dimensionales.</p>	

1) Nanofísica:a) Nanomecánica.

- Repaso de defectos y fonones en sólidos.
- Nanocristales: la relación Hall-Petch en la nanoescala.
- Nanohilos: mecanismos de deformación en la nanoescala.
- Materiales 2D: Propiedades mecánicas y defectos.

b) Nanomagnetismo.

- Repaso de conceptos básicos: Diferentes tipos de interacciones magnéticas.
- Superparamagnetismo.
- "Tunneling" cuántico macroscópico.
- Magnetoresistencia.

c) Nanotransporte.

- Repaso de conceptos básicos de transporte: conductividad, difusividad, relación de Einstein.
- Formalismo de Landauer.
- Cuantización de la conductancia.
- "Tunneling" cuántico.
- "Tunneling" cuántico resonante.
- Bloqueo de Coulomb.
- El efecto Kondo.

d) Nanoóptica.

- Repaso de conceptos básicos: Excitones y plasmones.
- Propiedades ópticas de sistemas 0D, 1D y 2D.
- Plasmones en baja dimensión.

2) Nanoquímica:a) Principios de Nanoquímica.

- Introducción histórica y evolución.
- Repaso a las nanoestructuras más importantes: Nanopartículas, nanotubos, nanohilos, y películas.
- Métodos de caracterización de nanoestructuras: Microscopías y otras herramientas.

b) Métodos de fabricación de nanoestructuras.

- Síntesis de nanopartículas.
- Abrasión, síntesis coloidal, sol-gel, etc.
- Síntesis de nanotubos and y nanohilos.
- Química supramolecular.
- Desde la química supramolecular al autoensamblado.
- Preparación de películas.
- Técnicas tradicionales.
- Películas nanoestructuradas: SAMs, capa a capa, Langmuir-Blodgett, etc.

3) Nanobiología

- Visualización de biomoléculas "in vitro". Aplicaciones.
- Desarrollo de biomateriales.
- Aplicaciones de nanomaterials a problemas biomédicos.

4) Principios de la nanotecnología:

- Aplicaciones presentes y futuras.
- Impacto ético y social.

Descripción de contenidos (English):**0) Introduction:**

- a) Top-down and bottom-up approaches in Nanoscience.
- b) Low dimensionality: Basic concepts and examples of 0-, 1-, 2-dimensional nanostructures.

1) Nanophysics:

- a) Nanomechanics.
 - Review of defects and phonons in solids.
 - Nanocrystals: the Hall-Petch relationship at the nanoscale.
 - Nanowires: deformation mechanisms at the nanoscale.
 - 2D materials: graphene, mechanical properties and defects.
- b) Nanomagnetism.
 - Review of basic concepts: Magnetic interactions.
 - Superparamagnetism.
 - Macroscopic quantum tunneling.
 - Magnetoresistance.
- c) Nanotransport.
 - Review of basic transport concepts: conductivity, diffusivity, Einstein relation.
 - Landauer formalism.
 - Conductance quantization.
 - Quantum tunneling.
 - Resonant quantum tunnelling.
 - Coulomb blockade.
 - The Kondo effect.
- d) Nanooptics.
 - Review of basic concepts: Excitons and plasmons.
 - Optical properties of 0D, 1D, and 2D systems.
 - Low-dimensional plasmonics.

2) Nanochemistry:

- a) Nanochemistry principles
 - Introduction: Historical evolution and interest.
 - Review of Nanostructures: Nanoparticles, nanotubes, nanowires, films, 3D structures.
 - Characterization methods of nanostructures: Microscopies and other tools.
- b) Fabrication methods of nanostructures
 - Nanoparticle synthesis.
 - Abrasion, colloidal synthesis, sol-gel, etc.
 - Nanotubes and Nanowires synthesis.
 - Supramolecular chemistry.
 - From supramolecular chemistry to self-assembling.
 - Film preparation.
 - Traditional techniques.
 - Nanostructured films: SAMs, Layer-by-Layer, Langmuir-Blodgett, etc.

3) Nanobiology

- a) Imaging of biomolecules in vitro. Applications.
- b) Biomaterials development.
- c) Applications of nanomaterials to biomedical problems.

4) Principles of nanotechnology:

- a) Future and present applications.

b) Ethical and social impact.

7.- VOLUMEN DE TRABAJO / WORKLOAD

Actividad	Activity	Horas/ Hours/ Hores
Presencial	In-person	
Asistencia a clases de teoría	Evaluation and/or exam.	22
Seminarios teóricos/participativos.	Research work exposition and public defence.	7
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.	57,5
Total presenciales	Total in-person	37
Total no presenciales	Total not in-person	75,5
Total	Total	112,5

8.- METODOLOGÍA DOCENTE / TEACHING METHODOLOGY / METODOLOGIA DOCENT

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

- De Nils O. Petersen ·Foundations for Nanoscience and Nanotechnology. CRC Press, 2017
- De B.S. Murty, P. Shankar, Baldev Raj, James Murday Textbook of Nanoscience and Nanotechnology, Springer Berlin Heidelberg 2013
- L Cademartiri, G. A. Ozin, Principles of Nanochemistry John Wiley & Sons, 2009
- .G.A. Ozin, A.C. Arsenault: Nanochemistry. The Royal Society of Chemistry, 2005.
- P.J. Collings, Liquid Crystals: Nature's delicate of Mater. 2ª Ed., Princeton University Press, 2002.
- Ulman, An Introduction to Ultrathin Organic Films: from Langmuir-Blodgett to Self-Assembly, Academic Press, San Diego, 1991.
- Allen J. Bard, Integrated Chemical Systems: A Chemical Approach to Nanotechnology, Wiley, John & Sons, 1994.
- Nanoscopic Materials. Emil Roduner. RSC Publishing, 2006.
- G.L. Hornyak, J. Dutta, H.F. Tibbals, A.K. Rao, Introduction to Nanoscience. CRC Press (2008)
- G.L. Hornyak, H.F. Tibbals, J. Dutta . Fundamentals of Nanotechnology. CRC Press (2008)
- Supriyo Datta. Quantum transport: From Atom to Transistor, Cambridge University Press, 2005
- David Andrews, Robert H. Lipson, Thomas Nann Elsevier Science. Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology, 2019