GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materias primas críticas
Title:	Critical raw materials
Tutor/es:	Ana Cremades Rodríguez
E-mail tutor/es:	cremades@fis.ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☐ Bibliográfico ☒ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este TFG es abordar los desafíos actuales y emergentes de las Materias Primas Críticas para sectores industriales como la producción de energía y el transporte, mediante la aplicación de tecnologías de vanguardia.

Algunos de los aspectos a considerar son la revisión de las materias primas críticas y su papel en el desarrollo de las tecnologías actuales: semiconductores, tecnologías cuánticas, inteligencia artificial o aprovechamiento eficiente de la energía.

Metodología:

El trabajo será fundamentalmente bibliográfico y se consultará con hojas de ruta especializadas. Se aplicará al caso particular de los semiconductores de última generación, necesarios en los desarrollos tecnológicos en dispositivos de alta potencia, alta frecuencia y tecnologías cuánticas.

Bibliografía:

- European Court of Auditors, special report 04/2026 “Critical raw materials for the energy transition – Not a rock-solid policy”, Publications Office of the European Union, 2026.
- Materials for quantum technologies: A roadmap for spin and topology. Appl. Phys. Rev. 1 December 2025; 12 (4): 041328.
- Sustainability considerations on energy harvesting materials research, in "Roadmap on energy harvesting materials" Vincenzo Pecunia et al 2023 J. Phys. Mater. 6 042501.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Propiedades optoelectrónicas de materiales exfoliables
Title:	Optoelectronic properties of exfoliable materials
Tutor/es:	Elena Díaz García y Pedro Alcazar Ruano
E-mail tutor/es:	elenadg@ucm.es y pedrolua@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☐ Bibliográfico ☒ Simulación ☒
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Familiarizar al alumno con técnicas de investigación relacionadas con el estudio de propiedades optoelectrónicas de materiales exfoliables bidimensionales, como los dicalcogenuros de metales de transición. El objetivo último del trabajo es relacionar medidas ópticas con características morfológicas y/o estructurales del material.

Metodología:

Inicialmente se analizará una amplia bibliografía sobre propiedades optoelectrónicas, así como sobre posibles técnicas de caracterización óptica y eletrónica de materiales bidimensionales exfoliables.Se utilizará Matlab, u otro software similar, para simular alguna propiedad óptica y su dependencia con alguna característica estructural del material. Por ejemplo, se puden caracterizar el número de capas exfoliadas o las posibles deformaciones en el material.Usando el mismo software se realizarán figuras que representen las magnitudes de interés para intentar reproducir algún resultado experimental obtenido en investigaciones recientes de colaboradores del CSIC. En el caso de que el estudiante avance adecuadamente se plantearía que él mismo escribiera su propio código de programación.

Bibliografía:

[1] Excitons, trions and Rydberg states in monolayer MoS2 revealed by low-temperature photocurrent spectroscopy D. Vaquero, V. Clericò, J. Salvador-Sánchez, A. Martín-Ramos, E. Díaz et al., Comm. Physics 3, 194 (2020).
[2] Polarization-tuneable excitonic spectral features in the optoelectronic response of atomically thin ReS2, D. Vaquero-Monte, O. Arroyo-Gascón, J. Salvador-Sánchez, P. L. Alcázar-Ruano et al., 2D Materials 11, 015011 (2024).
[3] Polarization-sensitive photoresponse in few-layer ZrSe3 photodetectors. P. L. Alcázar Ruano, et al., 2D Materials, 12(1), 015014 (2025).
[4] 2D material optoelectronics for information functional device applications: status and challenges, T. Tan, et al., Advanced Science, 7(11), 2000058 (2020).
[5] Strain engineering in semiconducting two-dimensional crystals. R. Roldán, A. Castellanos-Gomez, et al., Journal of Physics: Condensed Matter, 27(31), 313201 (2015).

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales luminiscentes de conversión ascendente para el diseño de biosensores
Title:	Upconversion luminescent materials for biosensing platforms
Tutor/es:	Elena Díaz García
E-mail tutor/es:	elenadg@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☐ Bibliográfico ☒ Simulación ☒
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Comprender los procesos físicos implicados en la emisión fluorescente de ciertos materiales por conversión ascendente (upconversion) y cómo estos dependen de las características morfológicas y estructurales de esos materiales. Por último se realizará un estudio del estado del arte del uso de estos materiales en el diseño de sensores.

Metodología:

Se realizará un análisis, tanto en libros de referencia en fenómenos ópticos de luminiscencia y fluorescencia, como en artículos científicos, sobre las evidencias experimentales y los fundamentos físicos del fenómeno de conversión ascendente. Se obtendrá información en artículos científicos sobre las ventajas y desventajas de diferentes tipos de materiales para optimizar la eficiencia de los procesos de conversión ascendente y de su aplicación en el diseño de biosensores. A la vista del avance del trabajo se podrá plantear una pequeña simulación basada en ecuaciones de balance para poder entender los procesos de excitación y relajación entre los diferentes estados accesibles en el material que dan lugar a la fluorescencia de conversión ascendente.

Bibliografía:

1. F. Auzel, “Upconversion and Anti-Stokes Processes with f and d Ions in Solids” Chemical Reviews 104, 139–174 (2004).
2. S. Heer, K. Kömpe, H. U. Güdel, and M. Haase, “Highly efficient multicolour upconversion emission in transparent colloids of lanthanide-doped NaYF4 nanocrystals,” Advanced Materials, 16, 2102–2105 (2004).
3. D. R. Gamelin and H. U. Güdel, “Design of Luminescent Inorganic Materials: New Photophysical Processes Studied by Optical Spectroscopy”, Acc. Chem. Res., 33, 235–242 (2000).

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Nano-dispositivos para sistemas de computación
Title:	Nano-devices for Computing
Tutor/es:	Miguel Romera y Lucas Perez
E-mail tutor/es:	miromera@ucm.es ; lucas.perez@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☐ Bibliográfico ☒ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Se elegirá entre dos opciones:
1) Aprender los conceptos básicos de la Computación Neuromórfica (CN), incluyendo las propiedades principales de neuronas y sinapsis artificiales, redes neuronales, etc. Comprender los fenómenos físicos más prometedores para la CN de tecnologías con gran potencial como la electrónica de óxidos o la espintrónica.
2) Aprender los conceptos básicos de la electrónica de espín (espintrónica) y sus aplicaciones en sistemas de computación: transporte dependiente, magnetorresistencia gigante y túnel, efecto de tranferencia de espín.

Metodología:

El carácter del trabajo será principalmente bibliográfico, pudiendo incluir otros aspectos como la profundización en las aplicaciones de los efectos y dispositivos estudiados o el desarrollo de facetas experimentales. Los aspectos específicos se decidirán entre los supervisores y el estudiante.

Bibliografía:

1- `*Challenges in materials and devices for resistive-switching-based neuromorphic computing' J. del Valle et al.*, J. of Appl. Phys. 124, 211101 (2018); https://doi.org/10.1063/1.5047800

2- *''Magnetoresistance and spin electronics'', A. Barthélémy et al.*, J. of Magn. and Magn. Mat. 242-245, 68-76 (2002). https://doi.org/10.1016/S0304-8853(01)01193-3

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Micro- y nanoestructuras de óxidos semiconductores fabricados mediante calentamiento resistivo
Title:	Semiconducting oxides micro- and nanostructures synthesized by resistive heating
Tutor/es:	Pedro Hidalgo y Ana Cremades
E-mail tutor/es:	phidalgo@ucm.es / anaiscre@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

En este trabajo se sintetizarán algunos ejemplos de óxidos metálicos mediante calentamiento resistivo, lo que permite fabricar estructuras de reducida dimensionalidad mediante un método rápido, escalable y de reducido consumo energético y se explorará la reducción de escala de este proceso con técnicas de litografía. Los nano-óxidos así sintetizados se caracterizarán mediante técnicas de microscopía electrónica, así como diversas espectroscopías tales como espectroscopía Raman, catodoluminiscencia y fotoluminiscencia.
A partir de los resultados obtenidos se profundizará en el estudio de los mecanismos físicos implicados en el proceso de síntesis, así como en el estudio de las propiedades físicas de los nanomateriales sintetizados, proponiendo diversas aplicaciones optoelectrónicas para los materiales

Metodología:

- Revisión blibliográfica del tema y estado del arte.
- Elaboración de nanomateriales y optimización del método de síntesis.
- Aprendizaje de los principales métodos de caracterización de los nanomateriales objeto de estudio en el laboratorio del grupo de investigación de "Física de Nanomateriales Electrónicos".
- Análisis y discusión de resultados.

Bibliografía:

[1] D. J. Ramos-Ramos, G. Cristian Vásquez, D. Maestre. Micro- and nanocrystalline NiO synthesized by Joule heating and thermal oxidation methods: a comparative study. *Growth & Design,* (2025), **25**, 1101.
[2] B. Rodríguez, J. Dolado, J. López-Sánchez, P. Hidalgo, B. Méndez. Room-temperature polymorphism in WO3 produced by resistive heating of W wires. *Nanomaterials*, (2023), 13, 884.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Incremento de la reactividad química de un material 2D deformado
Title:	Chemical reactivity enhancement in a stretched 2D material
Tutor/es:	César González Pascual
E-mail tutor/es:	cesar.gonzalez@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☐ Bibliográfico ☐ Simulación ☒
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

En este trabajo estudiaremos el concepto de mecanoquímica y su potencial aplicación [1]. Cuando un material bidimensional como el grafeno [2] se estira cambia sus propiedades electrónicas, pero a su vez puede cambiar su reactividad química. Partiendo de estructuras de grafeno deformado obtenidas computacionalmente en TFGs anteriores (incluyendo impurezas y defectos), se estudiará como cambia la reactividad de una molécula de CO2 o CO con los diferentes grados de deformación, tomando especial interés las estructuras obtenidas después de la ruptura del material. En el TFG se aprenderán los conceptos de la teoría del funcional de la densidad y se empleará el código FIREBALL [3] para estudiar la adsorción o disociación molecular sobre el grafeno deformado.

Metodología:

El TFG puede ser unicamente bibliográfico o teórico en el que se realizarán simulaciones computacionales. En este caso, se adquirirán conocimientos de Linux y de programación en python o/y shell-script. Partiendo de las estructuras atómicas de grafeno obtenidas en TFGs previos, se colocará la molécula de CO2 (o CO, O2, H2O...) en diferentes posiciones y con diferentes orientaciones sobre ellas. Se estudiará el cambio de energía de adsorción en cada caso y el cambio de la estructura electrónica en función del grado de estiramiento del material. Finalmente, se estudiará la posibilidad de disociación molecular en el grafeno alrededor del punto de ruptura. En todas estas simulaciones, se usará el código FIREBALL [3]

Bibliografía:

[1] "Mechanochemistry: Fundamental Principles and Applications" L. Dong, L. Li, H. Chen, Y Cao, and H. Le. Adv. Sci. 2403949 (2024)
[2] “The electronic properties of graphene” A. H. Castro Neto, F. Guinea, N. M. R. Peres, K. S. Novoselov, and A. K. Geim. Rev. Mod. Phys. 81 109 (2009)
[3] “Advances and applications in the FIREBALL ab initio tight-binding molecular-dynamics formalism” J. P. Lewis et al. Phys. Status Solidi B 248 1989 (2011)

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Estudio del comportamiento catalítico de óxidos metálicos dopados sintetizados por el método sol-gel
Title:	Study of the catalytic behavior of doped metal oxides synthesized by the sol-gel Method
Tutor/es:	Óscar Rodríguez de la Fuente y Noemí Carmona Tejero
E-mail tutor/es:	osrodrig@ucm.es ; ncarmona@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Este trabajo pretende desarrollar catalizadores sostenibles, de bajo coste y multifuncionales para aplicaciones ambientales. Se prepararán y caracterizarán nanopartículas y películas delgadas de óxidos metálicos dopados mediante sol-gel, controlando la nanoestructura y propiedades superficiales. Posteriormente se evaluará la actividad foto- y/o termocatalítica mediante la degradación de moléculas orgánicas contaminantes en fase acuosa y/o gaseosa.

Metodología:

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica. Posteriormente se prepararán nanoestructuras de óxidos metálicos con diversos dopantes mediante sol-gel. Se realizará una caracterización estructural para controlar la cristalinidad (p.e. DRX, Raman, MEB, MET). El estudio foto- y/o termocatalítico de degradación de contaminantes orgánicos se realizará mediante espectroscopía UV-VIS y espectrometría de masas en medio acuoso y/o gaseoso.

Bibliografía:

1. Curkovic, L., et al. (2024). Synthesis, Characterization, and Photocatalytic Properties of Sol-Gel Ce-TiO_2 Films. Processes, 12(6), 1144.
2. Hua, Y., et al. (2024). Low-temperature thermocatalytic removal of formaldehyde in air using copper manganite spinels. Environmental Research 255, 119186.
3. Tseng, T. K., et al. (2010). A Review of Photocatalysts Prepared by Sol-Gel Method for VOCs Removal. International Journal of Molecular Sciences, 11(6), 2336-2361.
4. Esposito, S. (2019). "Traditional" Sol-Gel Chemistry as a Powerful Tool in the Design of Advanced Catalysts. Materials, 12(4), 668.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Dispositivos optoelectrónicos de dióxido de vanadio (VO_2): síntesis y caracterización
Title:	Vanadium dioxide (VO_2) optoelectronic devices: synthesis and characterization
Tutor/es:	Álvaro Muñoz Noval y Noemí Carmona Tejero
E-mail tutor/es:	almuno06@ucm.es ; ncarmona@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El dióxido de vanadio (VO2) exhibe una transición de fase metal-aislante con características únicas a temperaturas cercanas a ambiente. En esta transición, su resistividad eléctrica cambia entre 3 y 5 órdenes de magnitud, lo que lleva asociado un fuerte cambio en su transparencia óptica. Estas características hacen que el VO2 sea adecuado para numerosas aplicaciones, entre las que se encuentran los nanodispositivos neuromórficos. En este trabajo de fin de grado se propone el diseño y la preparación de capas finas de VO2 preparadas mediante sol-gel y sputtering; su caracterización estructural mediante DRX, y la caracterización de las propiedades físicas (ópticas y eléctricas) en función de la temperatura.

Metodología:

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica; Posteriormente se prepararán capas finas de VO2 mediante sol-gel y sputtering variando diversos parámetros; Se realizará una caracterización estructural mediante DRX, y finalmente se evaluarán las propiedades ópticas y eléctricas con la temperatura.

Bibliografía:

1. A. Zimmers, et al. Role of Thermal Heating on the Voltage Induced Insulator-Metal Transition in VO2. Phys. Rev. Lett. 110, 056601 (2013).
2. R. Waser et al. Nanoionics-based resistive switching memories. Nat. Mater. 6, 833–840 (2007).
3. J. del Valle et al. Challenges in materials and devices for resistive-switching-based neuromorphic computing. J. Appl. Phys. 124, 211101 (2018).
4. Mei Pan el al. Properties of VO2 thin film prepared with precursor VO(acac)2. Journal of Crystal Growth 265, 121–126 (2004).

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Síntesis y caracterización multiparamétrica de nanopartículas de Fe_3O_4 recubiertas con TiO_2 para su aplicación en sensores avanzados
Title:	Synthesis and multiparametric characterization of Fe_3O_4 nanoparticles coated with TiO_2 for application in advanced sensors
Tutor/es:	Daniel Matatagui Cruz, Patricia de la Presa Muñoz de Toro
E-mail tutor/es:	daniel.m.c@ucm.es, pmpresa@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Desarrollar nanopartículas magnéticas de Fe_3O_4 funcionalizadas con una capa superficial de TiO_2, y evaluar de forma integral sus propiedades fisicoquímicas con miras a su integración en plataformas de sensado multiparamétrico

Metodología:

1. Sintetizar nanopartículas core-shell de Fe_3O_4@TiO_2 mediante rutas químicas controladas que aseguren uniformidad morfológica, estabilidad coloidal y reproducibilidad del recubrimiento.

2. Caracterizar de manera multiparamétrica las nanoestructuras obtenidas, determinando sus propiedades estructurales (DRX, FTIR), morfológicas (MET, MEB) y eléctricas/ópticas (espectroscopía de impedancia, UV-Vis), a fin de establecer un perfil fisicoquímico completo.

3. Correlacionar los parámetros críticos identificados en la caracterización, como espesor del recubrimiento y cristalinidad, con el rendimiento esperado de sensores multiparamétricos

Bibliografía:

[1] Wu, W. et al. (2015). Recent progress on magnetic iron oxide nanoparticles. Science and Technology of Advanced Materials, 16(2), 023501.

[2] Jia, Z., Ren, D., & Zhu, R. (2012). Synthesis and characterization of Fe_3O_4@TiO_2 core-shell nanoparticles. Materials Letters, 79, 236–238.

[3] Ge, M. Z. et al. (2016). A review of one-dimensional TiO_2 nanostructured materials for environmental and energy applications. Journal of Materials Chemistry A, 4(18), 6772–6801.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Transferencia determinista de materiales 2D
Title:	Deterministic transfer of 2D materials
Tutor/es:	David Sánchez Manzano y Víctor Rouco Gómez
E-mail tutor/es:	davidsan@ucm.es ; vrouco@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Desde el hito del "ángulo mágico" en el grafeno, la Twistrónica se ha convertido en una de las áreas más vibrantes de la física de la materia condensada.
Este TFG no es solo una introducción teórica, sino una inmersión en un laboratorio de vanguardia.
Los objetivos principales serán:
1) Dominar la "alquimia" de los materiales 2D: aprender a obtener capas atómicamente delgadas mediante exfoliación, entendiendo la física de los enlaces que las mantienen unidas.
2) Transferencia Determinista: familiarización en el ensamblaje de heteroestructuras, utilizando técnicas de micromanipulación de alta precisión para apilar diferentes materiales con control total.
3) Capacitación Profesional: El objetivo principal es finalizar el TFG con las competencias técnicas que se exigen en los laboratorios de nanofabricación más potentes del mundo, manejando materiales que están redefiniendo la electrónica actual.

Metodología:

Fase 1: Comenzaremos en el corazón del laboratorio de lámina delgada. Utilizaremos la técnica de ablación láser (PLD), una de las metodologías más potentes y versátiles de la física de superficies.
Fase 2: Obtención de láminas 2D (exfoliación y aislamiento) y aprendizaje de las técnicas de litografía.

El reto será realizar la transferencia de precisión sobre sustratos de Silicio, integrando diferentes capas para crear heteroestructuras listas para su caracterización física.

Bibliografía:

- G. Sanchez-Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529 (2024)
- A. Castellanos et al. 2D Materials 1, 011002 (2014)
- K.L. Haley et al. Nanofacturing 1, 49 (2021)

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Síntesis y caracterización de nanopartículas de óxidos magnéticos
Title:	Synthesis and Characterization of Magnetic Oxide Nanoparticles
Tutor/es:	Javier Tornos Castillo, Patricia de la Presa Muñoz de Toro
E-mail tutor/es:	jtornosc@ucm.es, pmpresa@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1.- Sintetizar nanopartículas de óxidos magnéticos (como Fe_3O_4 o $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$) mediante distintos métodos de síntesis química.
2.- Caracterizar las propiedades estructurales y magnéticas de las nanopartículas obtenidas.
3.- Conformar pastillas a partir de los polvos sintetizados mediante prensado uniaxial y sinterización.
4.- Medir y comparar las propiedades de magnetotransporte de los materiales obtenidos.

Metodología:

1.- Síntesis de nanopartículas mediante distintos métodos químicos, como coprecipitación, sol-gel o método de sales fundidas.
2.- Caracterización estructural mediante difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (SEM), para determinar tamaño y morfología de las partículas.
3.- Conformación de pastillas mediante prensado uniaxial (200–400 MPa) seguido de sinterización en atmósfera inerte (Ar/H_2) en el rango de 600–900 °C.
4.- Caracterización magnética mediante magnetometría SQUID.
5.- Medidas de magnetotransporte, incluyendo conductividad eléctrica mediante técnica de cuatro puntas y magnetorresistencia bajo campo magnético aplicado.

Bibliografía:

1.- Kovalenko, M. V. et al. (2015). Prospects of nanoscience with nanocrystals. ACS Nano, 9(2), 1012–1057.
2.- Fabris, F. et al. (2023). Annealing effects on the magnetic and magnetotransport properties of iron oxide nanoparticle self-assemblies. Nanotechnology, 34, 455702.
3.- Sun, S., & Zeng, H. (2002). Size-controlled synthesis of magnetite nanoparticles. Journal of the American Chemical Society, 124(28), 8204–8205.
4.- Tao, S. et al. (2019). Effect of surfactant on the microstructure and electrical transport of Fe_3O_4 ceramics. Journal of the European Ceramic Society, 39(4), 1195–1202.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Síntesis sol-gel y caracterización magneto-óptica de granates de hierro e itrio (YIG) sustituidos
Title:	Sol-gel synthesis and magneto-optical characterization of substituted yttrium iron garnets (YIG)
Tutor/es:	Noemí Carmona Tejero y Álvaro Muñoz Noval
E-mail tutor/es:	ncarmona@ucm.es ; almuno06@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El granate de itrio-hierro (YIG) y sus derivados sustituidos se utilizan en diversas aplicaciones, principalmente en tecnología de radiofrecuencia (RF) y microondas, así como en óptica y magneto-óptica. Se emplean en filtros, resonadores, rotadores de Faraday y láseres de estado sólido. En este TFG se pretende preparar y caracterizar nanopartículas y películas delgadas de YIG mediante sol-gel.

Metodología:

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica. Posteriormente se prepararán nanoestructuras de YIG sustituidas con diversos dopantes. Se realizará una caracterización estructural para controlar la cristalinidad y se utilizarán diversas técnicas de análisis fisico-químico para controlar la fase y sus propiedades ópticas (p.e. Raman, elipsometría, espectroscopía UV-NIR, etc.).
En función del progreso del trabajo se podrán realizar otros experimentos para estudiar las propiedades ópticas y magnéticas (p.e. efecto Faraday, Kerr o resonancia ferromagnética).

Bibliografía:

1. T. Tsuchiya et al. Sol-gel preparation of YIG ($Y_3Fe_5O_{12}$) thin film showing opto-magnetic effect. Journal of non-crystalline solids 147-148, 463-466 (1992).

2. C. Alves et al. Influence of Fe^{3+} by La^{3+} cations substitution on the crystallography and magnetic properties of yttrium iron garnet compound. Ceramics International 49 (16) 27567-27576 (2023).

3. M. Goncalves et al. Investigation of structural, optical and magnetic properties of $Y_{3-x}Ce_xFe_{5-y}Er_yO_{12}$ compound. Physica B. Condensed Matter 644, 414231 (2022).

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Crecimiento y caracterización de niobatos de titanio dopados con Fe para aplicaciones en baterías
Title:	Growth and Characterization of Fe-Doped Titanium Niobates for Battery Applications
Tutor/es:	Belén Sotillo Buzarra / Inmaculada Álvarez Serrano (Quím.Inorg.)
E-mail tutor/es:	bsotillo@ucm.es/ias@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La familia de los niobatos de titanio ha demostrado poseer propiedades muy prometedoras para su aplicación como ánodos en baterías de ion-litio. Entre las principales ventajas que ofrecen estos materiales destacan su elevada ciclabilidad y estabilidad, así como su capacidad para operar en procesos de carga y descarga rápida. En este trabajo se estudia el efecto del dopado con Fe sobre el crecimiento y las propiedades fisicoquímicas de los niobatos de titanio. Además, estos materiales se integran en dispositivos con arquitectura de batería con el fin de evaluar su ciclabilidad y estabilidad.

Metodología:

La metodología del trabajo se dividirá en:
1.- Revisión bibliográfica del tema y estado del arte.
2.- Selección de composiciones de niobatos de titanio para su estudio.
3.-Se realizarán medidas experimentales de caracterización de los materiales seleccionados: microscopía electrónica, microanálisis de rayos X, difracción de rayos X, espectroscopía Raman. Aquellos que muestren mejores propiedades podrán ser estudiados como electrodos en dispositivos de almacenamiento de energía, con medidas de: voltamperometría cíclica, ciclos de carga/descarga, espectroscopía de impedancia electroquímica.

Bibliografía:

1. Zheng, Jie, et al. "Fast and Durable Lithium Storage Enabled by Tuning Entropy in Wadsley–Roth Phase Titanium Niobium Oxides." Small 19, 2301967 (2023).

2. Green, Alex, et al. "High-Power Recycling: Upcycling to the Next Generation of High-Power Anodes for Li-ion Battery Applications." Journal of Materials Chemistry A (2024).

3. Ya, Fan, et al. "Fe3+-substitutional doping of nanostructured single-crystal TiNb2O7 for long-stable cycling of ultra-fast charging anodes", Nano Energy 133, 110494 (2025)

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Crecimiento y caracterización de láminas delgadas
Title:	Growth and characterization of thin films
Tutor/es:	Arantzazu Mascaraque/Clara Gutiérrez Cuesta
E-mail tutor/es:	a.mascaraque@ucm.es , clagut02@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Aprender a crecer materiales metálicos y/o óxidos en forma de lámina delgada, a caracterizar sus propiedades estructurales y magnéticas mediante el uso de diferentes técnicas experimentales en el espacio real (microscopia LEEM, microscopia AFM), el espacio recíproco (difracción de Rayos X, LEED) y de las propiedades magnéticas (MOKE, microscopia MFM).

Metodología:

Para la realización de este trabajo será necesario, inicialmente, revisar la bibliografía de crecimiento y caracterización de láminas delgadas. Posteriormente, se plantea la aplicación de varias técnicas experimentales adecuadas para el crecimiento de láminas delgadas de materiales metálicos. Los sistemas 2D se crecerán utilizando métodos físicos de evaporación.

Para la caracterización se utilizarán diferentes técnicas experimentales. Para la determinación del espacio real se usará microscopia óptica, microscopia de electrones, AFM y/o LEEM. Para la determinación del espacio recíproco se utilizará difracción de rayos X y LEED. Para el estudio de las propiedades magnéticas se utilizará la técnica de MOKE y/o la microscopia MFM. En todos los casos, el/la estudiante aprenderá a realizar los experimentos y a analizar los datos obtenidos.

Bibliografía:

Wetzig, K. et al (eds.): *Metal Based Thin Films for Electronics*. Wiley-VCH, Weinheim 2003.

Cao, Z. (Ed.): *Thin film growth: Physics, materials science and applications*. Woodhead Publishing, Oxford 2011.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Estudio de láminas delgadas magnéticas mediante Magnetometría Kerr
Title:	Study of magnetic thin films using Kerr Magnetometry
Tutor/es:	Álvaro Muñoz Noval/M.A. González Barrio
E-mail tutor/es:	almuno06@ucm.es, mabarrio@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Estudio de los principios físicos del efecto Kerr y su aplicación a la magnetometría Kerr. Estudio de distintos montajes experimentales, interpretación de resultados y revisión bibliográfica.

La magnetometría Kerr (MOKE) es una técnica óptica que detecta el estado magnético de un material midiendo el cambio en la polarización de la luz reflejada sobre su superficie. Su sensibilidad, resolución espacial y compatibilidad con campos aplicados la convierten en una herramienta habitual en el estudio de materiales magnéticos en lámina delgada y heteroestructuras.

Metodología:

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica para familiarizarse con la técnica y los distintos montajes. Posteriormente el estudiante participará en la puesta en marcha de un magnetómetro y caracterizará materiales magnéticos en forma de película delgada.

Bibliografía:

Wetzig, K. et al (eds.): *Metal Based Thin Films for Electronics*. Wiley-VCH, Weinheim 2003.

Cao, Z. (Ed.): *Thin film growth: Physics, materials science and applications*. Woodhead Publishing, Oxford 2011.

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Propiedades de magneto-transporte en sistemas electrónicos complejos
Title:	Magnetotransport properties of complex electronic systems
Tutor/es:	Flavio Bruno
E-mail tutor/es:	fybruno@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☒ Bibliográfico ☐ Simulación ☐
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

Este trabajo de laboratorio tiene como objetivo familiarizar al estudiante con las técnicas experimentales de magnetotransporte a temperatura variable utilizando un sistema PPMS (Physical Property Measurement System). Se emplearán medidas de resistividad, efecto Hall y magnetorresistencia para caracterizar parámetros electrónicos clave en sistemas complejos como gases de electrones bidimensionales en $KTaO_3$ y óxidos correlacionados como $LaNiO_3$. Además, se iniciará al estudiante en el uso de medidas de respuesta lineal (R^{ω}) y de segundo armónico ($R^{2\omega}$) en función del campo magnético para evaluar la influencia de la estructura de bandas y la interacción espín-órbita en el transporte electrónico.

Metodología:

El estudiante utilizará muestras de películas delgadas de $LaNiO_3$ y gases de electrones bidimensionales estabilizados en $KTaO_3$, crecidas en los laboratorios de la facultad. Será responsable del montaje de las muestras en el sistema PPMS (configuración Hall bar, contactos de cuatro puntas), de la creación de los protocolos de medida (barridos en temperatura y campo magnético, medidas de resistividad, efecto Hall y respuesta de segundo armónico) y del análisis de datos para extraer los parámetros electrónicos.

Bibliografía:

1- "Synthesis and in-depth interfacial characterization of 2D electron gases formed in Si3N4/Al//KTaO3 heterostructures" Applied Surface Science, 689, 162499 (2025)
2- "Electronic transport properties and stability of 2D electron gases on Si3N4/AlOx//KTaO3 heterostructures" Journal of Applied Physics 138, 165301 (2025)
3- "Non Resiprocal Transport in KTaO3 based interface superconductors with parity mixing" Physical Review Letters 134, 236303 (2025)

GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES
Curso 2026-27
Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Inteligencia artificial en el análisis de imágenes de microscopía
Title:	Artificial intelligence for electron microscopy images analysis.
Tutor/es:	Juan Ignacio Beltrán Fínez
E-mail tutor/es:	juanbelt@ucm.es
Número de plazas:	1
Tipo de TFG:	Experimental ☐ Bibliográfico ☐ Simulación ☒
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

El ámbito de la inteligencia artificial (IA) es más amplio que nunca llegando a cada una de las áreas de la ciencia [1]. En la física de los materiales, la necesidad de un análisis automatizado de una ingente cantidad de datos adquiridos mediante técnicas de microscopía de transmisión de electrones con resolución atómica(STEM) ha acelerado el uso de técnicas en IA, como las redes neuronales, para la predicción de propiedades de materiales [2]. Se propone el uso de tales redes para:
*Generación automatizada del mapa químico de imágenes STEM y predicción estructural.
*Establecer la capacidad predictiva del modelo mediante el estudio de la influencia del ruido y número de imágenes, parámetros en la estructura del modelo.
*Aplicación del modelo de IA a materiales con diferentes simetrías, y con defectos (0D, 1D, 2D).

Metodología:

Se usará el programa de distribución libre Atomai [3,4] que dispone de una gran cantidad de herramientas de IA como “segmentación semántica”, “detector de defectos” y otros módulos en lenguaje Python para generar un estudio con redes neuronales de imágenes, adquiridas mediante técnicas de microscopía de transmisión de electrones con resolución atómica.

Para la realización se requiere conexión a internet. No se necesitan conocimientos previos de programación.

Empleo de AtomAI en imágenes de STEM elegidas según: 1) Defectos puntuales (vacantes, impurezas). 2) D

Bibliografía:

[1] Y. LeCun et al. Nature 521, 436 (2015)
[2] A. Ghosh et al. Materials 8, 74 (2022)
[3] M. Ziatdinov et al. Nat Mach Intell 4, 1101-1112 (2022)
[4] https://atomai.readthedocs.io/en/latest/examples.html