FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Dificultades en el estudio y comprensión de los conceptos básicos de Física de Materiales
Title:	Difficulties in the study and understanding of the basic concepts of Materials Physics
Tutor/es:	Paloma Fernández Sánchez
E-mail tutor/es:	arana@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de los conceptos básicos en Física de Materiales y las principales dificultades encontradas para su comprensión.

Metodología:

Partiendo del programa básico de una asignatura introductoria de Física de Materiales se seleccionarán los conceptos básicos: enlace, estructura de bandas, microestructura, etc. Se analizarán los conocimientos previos necesarios para su comprensión y se revisará el contexto (curso, asignatura) en el que se han estudiado.
Con esta información se tratará de detectar el origen de las dificultades de comprensión más frecuentes en esta materia

Bibliografía:

- Materials Science and Engineering. An Introduction; W.D. Callister Jr (John Wiley and Sons, 2003) (también edición en español)
- The Science and Engineering of Materials; D.R. Askeland and P.P. Puhl (Thomson 2006), (también edición en español)
- Understanding Solids: the Science of Materials , Richard D.J. Tilley (John Wiley and Sons, 2004)
- An Introduction to Materials Engineering and Science for Chemical and Materials Engineers ; Brian S.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Películas delgadas magnéticas
Title:	Magnetic thin films
Tutor/es:	Rocío Ranchal Sánchez
E-mail tutor/es:	rociran@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo general de este TFG es alcanzar un conocimiento más profundo sobre fenómenos magnéticos que ocurren cuando la dimensionalidad del material se reduce, además de ampliar el estudio a sistemas magnéticos que se están investigando en la actualidad en el ámbito de las películas delgadas magnéticas. De acuerdo a los intereses del/de la estudiante que elija este TFG, se definirá la temática concreta que puede estar incluida dentro de los campos de: magnetoelasticidad o magnetorresistencia.

Metodología:

Se propone un estudio básico bibliográfico, pero con posibilidad de ampliarlo con trabajo experimental si así se decide por parte del/de la estudiante. Como complemento experimental se propone el crecimiento de materiales mediante las técnicas de sputtering o electrodeposición. La caracterización se realizará mediante difracción de rayos-X, microscopía electrónica de barrido, efecto Kerr magneto-óptico (MOKE) o magnetotransporte. En caso de que no sea posible, o que no sea la opción preferente del estudiante, se realizará una revisión bibliográfica de la temática elegida.

Bibliografía:

- B. D. Cullity, C. D. Graham. Introduction to Magnetic Materials. Cambridge University Press (2008).
-Artículos científicos relacionados con la temática. Adv. Elec. Mater. 11 (2025) 2400607; J. Mater. Chem. C 13 (2025) 5287; APL Mater. 12 (2025) 021112; J. Mater. Chem. C 12 (2024) 10104; Sci. Rep. 11 (2023) 13429.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Transporte electrónico en membranas torsionadas ferromagnéticas
Title:	Magnetotransport in ferromagnetic twisted oxide membranes
Tutor/es:	Jacobo Santamaría
E-mail tutor/es:	jacsan@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo tiene como objetivo principal el estudio del transporte electrónico en membranas epitaxiales torsionadas (twisted) de óxidos correlacionados con el objetivo de explorar interacciones de canje quirales determinadas por el registro atómico. Por otro lado, se pretende introducir al alumno en el ámbito de los materiales bidimensionales, y en las técnicas utilizadas tanto para el crecimiento de estos oxidos correlacionados, como en las técnicas de exfoliación y transferencia.

Metodología:

El proyecto de carácter experimental consistirá en el crecimiento epitaxial de películas delgadas de espesor 5-10nm de diferentes materiales óxidos mediante ablación láser (PLD), siendo el elemento principal el Ruteniato de Estroncio ($SrRuO_3$) [1]. Tras el proceso de crecimiento, dichos materiales serán exfoliados, transferidos y ensamblados mecánicamente con ángulos controlados para formar las capas torsionadas [2]. Se realizará una caracterización estructural y/o funcional mediante rayos X y medidas de transporte, respectivamente, antes y después de la exfoliación, en busca de estudiar el influjo del ángulo relativo entre las capas rotadas. El alumno manejará datos experimentales y trabajará en su análisis y manejará una pequeña bibliografía sobre materiales óxidos, y bidimensionales.

De las dos plazas ofertadas, la primera se dedicará al crecimiento de bicapas de óxidos $Sr_3Al_2O_6$ (SAO)/$SrRuO_3$(SRO) por PLD, para su posterior exfoliación en pares rotados. Se fabricarán dispositivos de bicapas SRO autosostenidas después de la eliminación de la capa sacrificial y se caracterizarán en función del espesor y del ángulo de rotación.

La segunda plaza ofertada se dedicará al crecimiento por PLD de bicapas de SRO sobre dos capas sacrificiales diferentes, SAO y $La_{0.3}Sr_{0.7}MnO_3$ (LSMO), para, tras la exfoliación, estudiar la influencia de la tensión epitaxial (compresiva o expansiva según la capa sacrificial) en las propiedades eléctricas y magnéticas de dispositivos de membranas aurosostenidas de SRO

Bibliografía:

[1] Peng, W., Park, S.Y., Roh, C.J. et al. Nat. Phys. 20, 450–455 (2024).
[2] G. Sanchez Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529 -534 (2024).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Magnetismo en membranas epitaxiales de óxidos complejos
Title:	Magnetism in epitaxial oxide membranes
Tutor/es:	David Sánchez Manzano y Jacobo Santamaría
E-mail tutor/es:	davidsan@ucm.es, jacsan@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la interacción magnética en películas delgadas autosoportadas de óxidos correlacionados de metales de transición con el objetivo de crear una nueva generación de materiales bidimensionales con correlaciones electrónicas fuertes. Por otro lado, se pretende introducir al alumno en el ámbito de los materiales bidimensionales, y en las técnicas utilizadas de exfoliación y transferencia.

Metodología:

El proyecto de carácter experimental se desarrollará principalmente en una sala de ambiente controlado o sala blanca. En ella se crecerán películas delgadas ~20nm de óxidos ferromagneticos, concretamente La0.7Sr0.3MnO3 (LSMO), usando otros materiales como capas sacrificiales, mediante ablación láser (PLD). El LSMO es un material ferromagnético con polarización de espín del 100% y que es interesante para aplicaciones relacionadas con almacenamiento de energía [1].

Tras el proceso de crecimiento, el LSMO será exfoliado y transferido sobre distintos dispositivos [2]. Se realizará una caracterización estructural y/o funcional mediante rayos X y medidas de transporte, respectivamente, antes y después de la exfoliación.

El primer TFG ofertado estará centrado en la transferencia del LSMO exfoliado sobre microhilos de LSMO con distintas orientaciones. En este tipo de dispositivos esperamos encontrar efectos de válvula de espín, y el alumno hará un estudio bibliográfico adicional sobre el tema [3].

El segundo TFG estará centrado en la transferencia de LSMO exfoliado sobre otros copos de LSMO previamente exfoliados. En este dispositivo esperamos encontrar efectos de unión túnel magnética, y el alumno hará un estudio bibliográfico adicional sobre el tema [4].

Bibliografía:

[1] G. Orfila, D. Sanchez-Manzano et al., Advanced Materials 2211176 (2023).
[2] G. Sanchez Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529 -534 (2024).
[3] Ehsan Elahi et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 55 423001 (2022)
[4] L. Zhang et al., Appl. Phys. Rev. 8, 021308 (2021)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

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:	David Maestre y Ana Cremades
E-mail tutor/es:	dmaestre@ucm.es, anaiscre@ucm.es
Número de plazas:	1
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. Los nano-óxidos así sintetizados se caracterizarán mediante técnicas de microscopía electrónica, así como diversas espectroscopías asociadas 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 objeto de estudio en este trabajo.

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 "Física de Nanomateriales Electrónicos" del Departamento.
- 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.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Simulación de semiconductores de gap ancho para tecnologías optoelectrónicas de nueva generación
Title:	Simulation of wide bandgap semiconductors for next-generation optoelectronic technologies
Tutor/es:	Ruth Martínez Casado y Bianchi Méndez Martín
E-mail tutor/es:	mariarum@ucm.es, bianchi@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es estudiar las propiedades electrónicas y ópticas de semiconductores de gap ancho mediante simulaciones basadas en la teoría del funcional de la densidad (DFT). Para ello, se empleará el software CRYSTAL23, que permite realizar cálculos ab initio en el dominio del estado sólido utilizando bases gaussianas. A través de esta herramienta, se analizarán materiales con potencial en aplicaciones optoelectrónicas de nueva generación, tales como dispositivos emisores de luz y detectores. Se prestará especial atención a la obtención precisa de la estructura de bandas, densidad de estados y propiedades ópticas relevantes, con el fin de correlacionar la estructura electrónica con el comportamiento funcional del material. Los resultados obtenidos se podrán contrastar con experimentos llevados a cabo en el grupo de “Física de nanomateriales electrónicos” del departamento. Se ofertan dos trabajos de fin de grado enfocados en óxidos de gap ancho de gran interés tecnológico: uno dedicado al estudio del GeO_2 en fase rutilo y otro al análisis del NiO.

Metodología:

La metodología empleada en este trabajo se basa en el manejo del código CRYSTAL23, un programa especializado en cálculos ab initio para sólidos periódicos, que utiliza funciones de base gaussianas y permite un tratamiento preciso de las propiedades electrónicas a partir de la teoría del funcional de la densidad (DFT). Las simulaciones se ejecutarán en el superordenador Brigit de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), lo que permitirá abordar sistemas de gran complejidad y emplear funcionales híbridos que requieren una mayor capacidad de cálculo.

Bibliografía:

1. A. Erba, J. K. Desmarais, S. Casassa, B. Civalleri, L. Donà, I. J. Bush, B. Searle, L. Maschio, L.-E. Daga, A. Cossard, C. Ribaldone, E. Ascrizzi, N. L. Marana, J.-P. Flament y B. Kirtman. J. Chem. Theory Comput. 19, 6891 (2023).

2. J. Dolado, R. Martínez-Casado, P. Hidalgo, R. Gutierrez, A. Dianat, G. Cuniberti, F. Domínguez-Adame, E. Díaz y B. Méndez. Acta Materialia 196, 626 (2020).

3. J. Bartolomé, M. Taeño, R. Martínez-Casado, D. Maestre y A. Cremades. Applied Surface Science 579, 152134 (2022).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Óxido de galio: una alternativa real de gap ultra ancho a otros semiconductores
Title:	Gallium oxide: a true ultra-wide bandgap alternative to other semiconductors
Tutor/es:	Emilio Nogales
E-mail tutor/es:	enogales@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Conocimiento del estado del arte respecto al interés del óxido de galio, Ga_2O_3.

Estudio de las propiedades ópticas y electrónicas en nanomateriales basados en Ga_2O_3.

Metodología:

En este trabajo se llevará a cabo un estudio de las propiedades ópticas y electrónicas de un material objeto de un gran interés en la comunidad científica por sus propiedades físicas. Para ello, se hará una revisión de los últimos logros conseguidos en la aplicación del Ga_2O_3 en dispositivos de alta potencia en electrónica, con aplicaciones en entornos y condiciones extremas. Por otra parte, se estudiarán las propiedades del Ga_2O_3 nanoestructurado, dopado y aleado, que mejoran aún más las perspectivas en sus aplicaciones.
Se prevé la realización de experimentos de síntesis y caracterización de muestras de Ga_2O_3 en el laboratorio del grupo "Física de nanomateriales electrónicos" del Departamento.

Bibliografía:

- *A review of Ga2O3 materials, processing and devices*, S. J. Pearton et al. Appl. Phys. Rev. 5, 011301 (2018).

- *Toward gallium oxide power electronics*, M. J. Tadjer, Science 378, 724 (2022)

- *Wide dynamic range thermometer based on luminescent optical cavities in Ga2O3:Cr nanowires*, M. Alonso-Orts, D. Carrasco, J. M. San Juan, M. L. Nó, A. de Andrés, E. Nogales, B. Méndez, Small 18, 2105355 (2022)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Cavidades fotónicas en nanoestructuras
Title:	Photonic cavities in nanostructures
Tutor/es:	Emilio Nogales Díaz
E-mail tutor/es:	enogales@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

- Entender la física de las microcavidades ópticas y su aplicación a dispositivos emisores de luz sintonizable.
- Analizar microcavidades ópticas integradas en nanohilos y/o nanomembranas de óxido de galio mediante cálculos por el método de la matriz de transferencia (TMM) y/o simulaciones basadas en diferencias finitas en el dominio temporal (FDTD).

Metodología:

Se estudiarán las microcavidades ópticas, clave en muchos dispositivos fotónicos, a través de la bibliografía. Dichas microcavidades se pueden basar, por ejemplo, en cristales fotónicos o en reflectores de Bragg (DBR) y sus aplicaciones van desde las fuentes de luz sintonizables a los nanoláseres, pasando por sensores de temperatura, memorias cuánticas, filtros ópticos, interruptores ópticos activos o biosensores. En este trabajo se aplicará esta idea a nanoestructuras de óxidos semiconductores emisores de luz.
Se analizarán microcavidades basadas en DBRs cuasi-1D o cuasi-2D con el método de la matriz de transferencia (*transfer-matrix method*, TMM) y/o un software comercial de *simulación* mediante diferencias finitas en el dominio temporal (*finite-difference time-domain*, FDTD), para optimizar sus propiedades en diferentes rangos del espectro visible-ultravioleta.

Se contempla la posibilidad de realizar *experimentos* de micro-espectroscopía de luminiscencia en el laboratorio del grupo "Física de nanomateriales electrónicos" del Departamento con el fin de comparar estos datos con los de las simulaciones.

Bibliografía:

- *Optoelectronics and photonics: Principles and practices*, S.O. Kasap, Pearson (2001)

- *β-Ga_2O_3:Cr nanowires with optical microcavities for determining local heating induced by X-ray nanobeams*, D. Carrasco et al. APL Materials (2025) https://doi.org/10.1063/5.0261501

- *Wide Dynamic Range Thermometer Based on Luminescent Optical Cavities in Ga2O3:Cr Nanowires*, M. Alonso-Orts et al., Small 18, 2105355 (2022)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática
Título:	Baterías de Estado Sólido: Estado actual y perspectivas de futuro
Title:	Solid State Batteries: Current State and Future Prospects
Tutor/es:	Pedro Hidalgo Alcalde
E-mail tutor/es:	phidalgo@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Las baterías de iones de litio han sido la tecnología de almacenamiento de energía predominante desde su introducción comercial en 1991. No obstante, con el paso del tiempo, esta tecnología se ha acercado a su límite en cuanto a densidad de energía, además de presentar riesgos potenciales en materia de seguridad. En respuesta a estas limitaciones, en los últimos años se ha intensificado el desarrollo de baterías de estado sólido (SSB), las cuales utilizan electrolitos sólidos (SE) como alternativa a los electrolitos líquidos orgánicos inflamables (LE) empleados en las baterías tradicionales de litio. Estas innovaciones buscan no solo mitigar los problemas de seguridad, sino también mejorar significativamente el rendimiento general. El presente trabajo consiste en una revisión bibliográfica exhaustiva y un análisis detallado de las publicaciones científicas más recientes en este campo. El objetivo es comparar el potencial de las baterías de estado sólido frente a las actuales baterías de iones de litio. Desde una perspectiva global, se discutirán las rutas de desarrollo más prometedoras para las SSB hasta la fecha. Además, se evaluarán de manera crítica los avances actuales y las posibles evoluciones futuras en términos de materiales, componentes, celdas y aplicaciones.

Metodología:

La metodología diseñada permitirá al alumno/a adquirir competencias importantes en el campo de los materiales y en su uso para el almacenamiento de energía. Para ello el/la alumno/a deberá:

· Realizar un profundo aprendizaje de las herramientas básicas de búsqueda bibliográfica en el campo de la investigación.
· Ser capaz de organizar y analizar la información recogida en la revisión bibliográfica llevada a cabo.
· Se le instruirá en el método científico mediante la planificación de acciones concretas a realizar una vez analizada la bibliografía actual.
· Se le formará en técnicas de síntesis y en técnicas de caracterización para llevar a cabo experiencias de laboratorio en el marco de los materiales necesarios en el mundo de las baterías.
· Deberá ser capaz de analizar y discutir los resultados en el marco de su Trabajo Fin de Grado.

Bibliografía:

S. Koohi-Fayegh, M.A. Rosen, "A review of energy storage types, applications and recent developments", Journal of Energy Storage, Volume 27 (2020),101047

Zahra Moradi, Amirmasoud Lanjan, Ramavtar Tyagi, Seshasai Srinivasan, "Review on current state, challenges, and potential solutions in solid-state batteries research",Journal of Energy Storage , Volume 73, Part C (2023),1090482

Abhilash Karuthedath Parameswaran, et. al, "Recent progress of nanotechnology in the research framework of all-solid-state batteries", Nano Energy, Volume 105, (2023), 107994,

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales con base de carbono para electrodos de baterías
Title:	Carbon-based materials as electrodes in bateries
Tutor/es:	César González
E-mail tutor/es:	cesar.gonzalez@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Estudio de diferentes materiales con base de carbono con diferentes iones (Li, Na, K, Ca o Mg) que pueden ser usados como electrodos en una bateria de estado sólido. El grafito es un material ampliamente usado actualmente en las baterías de ión Litio. Su uso con Na tiene una eficiencia deficiente, lo que hace interesante buscar materiales alternativos (grafeno 3D o nanotubos) que puedan sustituir al grafito en las futuras baterías de iones alternativos [1]. También será interesante comprobar el efecto de diferentes elementos dopantes (B o N) en el material. Será interesante estudiar la trasferencia de carga ion-material, la energía de adsorción del ión y finalmente la energía que cuesta mover cada ión en función del material estudiado con o sin átomos dopantes.

Metodología:

Este TFG puede tener un carácter bibliográfico o ser teórico, basado en simulaciones computacionales. En esta segunda opción, se comenzará reproduciendo resultados previos obtenidos en TFGs previos usando Li con grafito [2]. Se estudiarán las diferentes posibles posiciones del átomo alcalino los materiales seleccionados (nanotubos, grafeno...) para encontrar su posición más estable. Se estudiará la dependencia con el tipo de elemento: la trasferencia de carga, la energía de adsorción y la energía de migración. Se repetirá el proceso con los sistemas dopados con N o B. Se estudiará la posición más estable de un segundo átomo alcalino: cerca del primero o lejos. Esto se hará para los diferentes casos estudiados. Los cálculos se realizarán con el código FIREBALL basado en la teoría del funcional de la densidad (DFT) [3], por lo que se empezará aprendiendo los principios básicos de esta metodología. Algunos cálculos se podrán realizar en supercomputadores de la RES.

Bibliografía:

[1] "A review of nitrogen-doped carbon materials for lithium-ion battery anodes" M. Shaker, et al New Carbon Materials, 38(2): 247-282 (2023)
[2] "Simulaciones de primeros principios de materiales con base carbono dopados" Martín Fernández-Campo. TFG Junio 2023.
[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)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Medidas eléctricas para caracterización funcional de nanodispositivos
Title:	Electric measurements for functional characterization of nanodevices
Tutor/es:	Víctor Rouco Gómez
E-mail tutor/es:	vrouco@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo principal del trabajo es adquirir los conocimientos necesarios para la realización de medidas eléctricas en nanodispositivos de diferente índole, así como conocer los requerimientos y limitaciones de los distintos equipos utilizados en cada medida. Se hará especial hincapié en la metodología necesaria para la protección de los nanodispositivos ante cualquier problema de calentamiento o rotura dieléctrica.

Metodología:

Se realizarán medidas experimentales con equipos de grandes capacidades y presentes en numerosos grupos de investigación. Se evaluará la diferencia entre distintos tipos de medidas:

- 2 y 4 puntas (resistencia de contacto)
- Fuente de corriente vs fuente de voltaje.
- Control de los parámetros para la protección de los nanodispositivos.
- Control del tiempo de integración de la medida.
- Experimentos en AC y medida de la corriente.

Finalmente, se establecerán las bases o conceptos básicos para la automatización de los distintos equipos mediante software.

Bibliografía:

Manuales de distintos equipos de caracterización:

- Keithley 6221 (fuente de corriente)
- Keithley 2182 (nanovoltimetro)
- Keihtley 26xx y 24xx (sourcemeters)
- Keithley 6517 (amperimetro)
- Tektronix MSO64 (osciloscopio)
- Tektronix AFG3000 series (generador de funciones arbitrarias)
- Standford Research 830 (amplificador lock-in)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

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:	Víctor Rouco Gómez, David Sanchez Manzano
E-mail tutor/es:	vrouco@ucm.es, davidsan@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Desde el descubrimiento del grafeno y de la superconductividad cuando dos capas del mismo son rotadas un ángulo de 1.1º, el interés en los materiales bidimensionales (2D) ha aumentado de forma considerable. La forma en la que las distintas capas 2D son obtenidas depende fuertemente de la naturaleza de las mismas y de sus enlaces iónicos.

Este trabajo tiene como objetivo principal la obtención de capas 2D así como su transferencia determinista mediante distintos procedimientos. Nos centraremos en materiales de metales de transición -dado el gran interés de los mismos en diversas funcionalidades por la variedad de estados fundamentales que presentan (superconductividad, magnetismo, ferroelectricidad etc)-, así como la posibilidad de controlarlos mediante estímulos externos.

Todo ello permitirá al alumno adquirir las competencias necesarios para el manejo de este tipo de materiales, así como conocer de primera mano las metodologías utilizadas en distintos laboratorios.

Metodología:

En una primera etapa del trabajo se obtendrán los materiales que posteriormente se convertirán en láminas 2D. Para ello se realizará el crecimiento de los mismos mediante ablación láser (PLD por sus siglas en inglés: Pulsed Laser Deposition).

En la segunda etapa se obtendrá la lámina 2D que mediante distintos procedimientos será transferida sobre un substrato de silicio.
Se evaluarán las propiedades de las diferentes capas transferidas mediante distintos procedimientos y se discutirá la adecuación de cada uno de ellos para distintas finalidades.

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)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Transiciones metal-aislante para dispositivos neuromórficos
Title:	Metal-insulator transitions for neuromorphic devices
Tutor/es:	Javier Tornos Castillo
E-mail tutor/es:	jtornosc@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1.-Aprender la física relacionada con las transiciones metal-aislante en materiales con fuertes correlaciones electrónicas

2.-Conocer cómo se puede aprovechar dichas propiedades en el desarrollo de dispositivos neuromórficos.

Metodología:

El trabajo será bibliográfico y tendrá tres partes:

1.- Comprensión de las propiedades básicas de los materiales con transiciones metal-aislante, utilizando los conocimientos de distintas asignaturas del Grado en Física (Electromagnetismo, Física Cuántica y Física del Estado Sólido).

2.-Conocer qué es la computación neuromórfica y de la importancia de la física en su desarrollo. Revisión bibliográfica de los desarrollos más recientes sobre ellos.

3.- Descripción detallada de algún/os dispositivo/s neuromórficos que implementen materiales con transiciones metal-aislantes.

La elección concreta de la orientación del trabajo (más fundamental o aplicada) se acordará entre estudiante y tutor.

Bibliografía:

[1] Catalano, S., Gibert, M., Fowlie, J., Íñiguez, J., Triscone, J. M., & Kreisel, J. (2018). Rare-earth nickelates RNiO3: thin films and heterostructures. Reports on Progress in Physics, 81(4), 046501.

[2] Del Valle, J., Ramírez, J. G., Rozenberg, M. J., & Schuller, I. K. (2018). Challenges in materials and devices for resistive-switching-based neuromorphic computing. Journal of Applied Physics, 124(21).

[3] Khandelwal, U., Guo, Q., Noheda, B., Nukala, P., & Chandorkar, S. (2023). Dynamics of voltage-driven self-sustained oscillations in NdNiO3 neuristors. ACS Applied Electronic Materials, 5(7), 3859-3864.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Efecto Hall de quiralidad de espín
Title:	Spin Chirality Hall Effect
Tutor/es:	Javier Tornos Castillo
E-mail tutor/es:	jtornosc@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

1.-Aprender la física relacionada con el efecto Hall de quiralidad de espín

2.-Conocer qué materiales presentan este fenómeno y cómo se puede aprovechar para el diseño de dispositivos espintrónicos

Metodología:

El trabajo será bibliográfico y tendrá tres partes:

1.- Comprensión de las propiedades básicas del efecto de quiralidad de espín, utilizando los conocimientos de distintas asignaturas del Grado en Física (Electromagnetismo, Física Cuántica y Física del Estado Sólido).

2.- Aprender qué propiedades físicas deben presentar los materiales para que presenten este fenómeno.

3.- Identificación de la utilidad de este fenómeno para la descripción de los materiales, así como el diseño de dispositivos que puedan aprovechar este fenóimeno.

La elección concreta de la orientación del trabajo (más fundamental o aplicada) se acordará entre estudiante y tutor.

Bibliografía:

[1] Nagaosa, N., Sinova, J., Onoda, S., MacDonald, A. H., & Ong, N. P. (2010). Anomalous hall effect. Reviews of modern physics, 82(2), 1539-1592.

[2] Ishizuka, H., & Nagaosa, N. (2018). Spin chirality induced skew scattering and anomalous Hall effect in chiral magnets. Science advances, 4(2), eaap9962.

[3] Wang, W., Daniels, M. W., Liao, Z., Zhao, Y., Wang, J., Koster, G., ... & Wu, W. (2019). Spin chirality fluctuation in two-dimensional ferromagnets with perpendicular magnetic anisotropy. Nature materials, 18(10), 1054-1059.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Óxidos de alta entropía: síntesis y multifuncionalidad
Title:	High-entropy oxides: synthesis and multi-functionality
Tutor/es:	Carlos Díaz-Guerra Viejo
E-mail tutor/es:	cdiazgue@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Los óxidos de alta entropía (HEO, High Entropy Oxides) han supuesto una disrupción en las ideas y modelos tradicionales de la física de materiales. Constituyen, de hecho, una de las familias de materiales que más expectativas han despertado en la comunidad científica en los cinco últimos años, debido tanto a su interés fundamental como el de sus posibles aplicaciones en campos que van desde los sistemas de almacenamiento de energía al medioambiente, pasando por dispositivos magnéticos, y ópticos. Estos óxidos integran en su estructura al menos cinco elementos metálicos diferentes en proporciones semejantes, que se combinan formando una solución sólida con una estructura cristalina compacta y bien definida. La sinergia entre los constituyentes, entre otros factores, confiere a los HEOs propiedades diferentes o mejoradas en relación a las de los óxidos de cada elemento metálico. En particular, el trabajo hará hincapié en los siguientes aspectos:

- Métodos de síntesis que permitan obtener composiciones específicas con la estructura cristalina deseada.
- Técnicas de IA y data mining para la exploración y diseño de nuevos HEOs.
- Influencia de la estructura (tanto superficial como del material masivo) en las propiedades físicas y químicas.
- Aplicaciones de los HEOs en dispositivos de almacenamiento de energía: baterías de ion, baterías de estado sólido, supercondensadores, almacenamiento de hidrógeno.
- Aplicaciones como catalizadores en la degradación de contaminantes.

Metodología:

El trabajo se basa en una revisión bibliográfica del estado del arte y perspectivas futuras en el diseño, síntesis, caracterización (estructural, composicional y electrónica) y las aplicaciones de óxidos de alta entropía, especialmente en los campos de materiales para almacenamiento de energía y materiales para aplicaciones medioambientales.

En función del desarrollo del trabajo y el interés y disponibilidad del alumno, existe la posibilidad de realizar medidas experimentales (difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), microanálisis de rayos X (EDX), espectroscopía micro-Raman, etc.) relacionadas con el mismo.

Bibliografía:

[1] Šari , S.; Koj inovi , J.; Tatar, D.; Djerdj, I. Overview of Recent Advances in Rare-Earth High-Entropy Oxides as Multifunctional Materials for Next-Gen Technology Applications. Molecules 30 (2025) 1082. doi.org/10.3390/molecules30051082.
[2] Yuou Li, Ke Wang, Xiaomei Wang, Zijian Wang, Jing Xu, Meng Zhao, Xiao Wang, Shuyan Song, Hongjie
Zhang, Rare earth-incorporated high entropy oxides for energy and environmental catalysis, Chin. J. Catal.
61 (2024) 54-70, doi.org/10.1016/S1872-2067(24)60012-4.
[3] Suvodeep Sen, Manoj Palabathuni, Kevin M. Ryan, and Shalini Singh, High Entropy Oxides: Mapping the
Landscape from Fundamentals to Future Vistas, ACS Energy Lett. 9 (2024) 3694-3718. doi.org/10.1021/acsenergylett.4c01129

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales luminiscentes de conversión ascendente para el diseño de sensores
Title:	Upconversion luminescent materials for sensing platforms
Tutor/es:	Elena Díaz García
E-mail tutor/es:	elenadg@ucm.es
Número de plazas:	1
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 sobre el fenómeno de conversión ascendente. Se estudiará en artículos científicos 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. Se planteará 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).
4. V. Torres Vera, D. Mendez-Gonzalez, D. J. Ramos-Ramos, A. Igalla, M. Laurenti, R. Contreras-Caceres, E. Lopez-Cabarcos, E. Díaz, J. Rubio-Retama, S. Melle and O. G. Calderon. "The effects of dopant concentration and excitation intensity on the upconversion and downconversion emission processes of b-NaYF 4:Yb 3+,Er 3+ nanoparticles", J. Materials Chemistry C 9, 8902 (2021).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales de alta entropía
Title:	High-entropy materials
Tutor/es:	Arantzazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio
E-mail tutor/es:	a.mascaraque@ucm.es, mabarrio@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con el concepto, las propiedades y las aplicaciones futuras de los materiales de alta entropía. Desde su descubrimiento en 2004, se han propuesto distintos tipos de materiales multicomponentes con alta entropía configuracional como una nueva clase de compuestos con muchas aplicaciones potenciales. Estos compuestos se estabilizan aún más a altas temperaturas debido a la contribución entrópica negativa dominante a la energía libre de Gibbs.

Pronto se descubrieron aleaciones de alta entropía, en su mayoría soluciones sólidas con un desorden químico homogéneo y escaso orden atómico de largo alcance. Más recientemente, en 2015, se encontraron otros tipos de compuestos estabilizados por entropía, incluidos óxidos, carburos y boruros. Los óxidos de alta entropía se benefician de la subred de oxígeno, que permite un orden estructural inusual de largo alcance a pesar de la aleatoriedad química uniforme. En esencia, el desorden químico completo estabiliza la red cristalina.

Debido a este comportamiento inusual, los compuestos de alta entropía tienen propiedades inesperadas y aplicaciones en muchas tecnologías. Podrían permitir mejoras importantes en microelectrónica, termoeléctricos, recubrimientos de barrera, catalizadores, baterías y recubrimientos resistentes al desgaste y a la corrosión. Asimismo, exhiben transiciones electrónicas sintonizables adecuadas para dispositivos de memoria.

Metodología:

Se revisará bibliografía básica y reciente, para adquirir una visión amplia del tema, para después centrarse en las propiedades de los materiales de alta entropía, como por ejemplo el magnetismo de óxidos mixtos de tierra rara-metal de transición, y las aplicaciones en distintos campos.

Bibliografía:

Minhyung Ahn et al. *Adv. Electron. Mater.* ***7***, 2001258 (2021)

Alessandro R. Mazza et al. *Adv. Sci.* **9**, 2200391 (2022)

Priyanka Kumari et. al. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **554**, 169142 (2022)

D.B. Miracle, O.N. Senkov, *Acta Materialia*, 122, 448 (2017)

Josué M. Gonçalves, José G. Ruiz-Montoya, ***J. Mater. Chem. A,*** 20872 (2023)

Ana C. Feltrin et al. *Entropy*, ***25***, 73 (2023)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Estudio de nanomateriales con técnicas basadas en radiación sincrotrón
Title:	Study of nanomaterials with synchrotron-based techniques
Tutor/es:	Arantzazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio
E-mail tutor/es:	a.mascaraque@ucm.es, mabarrio@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Las técnicas experimentales basadas en radiación sincrotrón proporcionan herramientas poderosas para desentrañar, entre otras propiedades, la estructura cristalina, la estructura electrónica o el magnetismo de los materiales a escala nanométrica. En la actualidad, gran parte de la investigación en el campo de la física de estado sólido, la química, la física de materiales y otras áreas se basan en estas técnicas a la hora de explorar experimentalmente los sistemas objeto de estudio.

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con las aplicaciones de la radiación sincrotrón al estudio de nanomateriales, a través de un amplio abanico de técnicas (difracción y absorción de rayos X, espectroscopía de fotoemisión, microscopía de fotoelectrones…).

Metodología:

Se revisará bibliografía básica y reciente, para adquirir una visión amplia del tema, para después centrarse en aplicaciones recientes de dos técnicas experimentales al estudio de la estructura cristalina, estructura electrónica y propiedades magnéticas de nanomateriales.

Bibliografía:

Iwasawa, H. High-resolution angle-resolved photoemission spectroscopy and microscopy. *Electron. Struct.* **2** (2020) 043001.
Shobota, J.A. et. al. Angle-resolved photoemission studies of quantum materials. *Rev. Mod. Phys*. **93**, 025006 (2021).

Okuda, T. Recent trends in spin-resolved photoelectron spectroscopy. *J. Phys.: Condens. Matter* **29** 483001 (2017).
Beaurepaire, E. *Magnetism: A Synchrotron Radiation Approach*. Springer, Berlín, 2006.
Cheng, X. et al., Studies of nanomagnetism using synchrotronbased x-ray photoemission electron microscopy (X-PEEM). *Rep. Prog. Phys.* **75**, 026501 (2012).
Barinov, A. et al. Synchrotron-based photoelectron microscopy. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **A 601** (2009) 195.
Ghidini, M. et. Al., XPEEM and MFM Imaging of Ferroic Materials. *Adv. Electron.Mater.* **8**, 2200162 (2022).
Locatelli, A. and Bauer, E. Recent advances in chemical and magnetic imaging of surfaces and interfaces by XPEEM. *J. Phys.: Condens. Matter* **20** (2008) 093002.
Zimmermann, P. et. al. Modern X-ray spectroscopy: XAS and XES in the laboratory. Coord. Chem. Rev. **423** (2020) 213466.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales de baja dimensión con patrones de moiré
Title:	Low-dimensional moiré materials
Tutor/es:	Leonor Chico Gómez y Pablo Moles Matías
E-mail tutor/es:	leochico@ucm.es, pmoles@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Estudiar las propiedades electrónicas y/o de transporte de sistemas de baja dimensión que presenten patrones de moiré. Conocer el estado actual del tema en estos materiales novedosos; además del grafeno bicapa rotado [1], hay otros sistemas de baja dimensión, como nanotubos quirales aplastados [2,3], sistemas basados en nanocintas de grafeno [4] o dicalcogenuros de transición bicapa rotados [5], que presentan propiedades novedosas asociadas a la localización que producen los patrones de moiré. Se enfatizará el estudio de las herramientas teóricas necesarias para abordar este campo.

Metodología:

Se realizará un estudio bibliográfico del sistema escogido (nanotubos, nanocintas o dicalcogenuros de metales de transición), con especial interés en las técnicas teóricas relevantes para modelar sus propiedades físicas, principalmente electrónicas y de transporte. Una vez conocida la literatura más significativa sobre el tema, se estudiarán los métodos relevantes para cuantificar estas propiedades.

Bibliografía:

[1] Y. Cao, V. Fatemi, S. Fang, K. Watanabe, T. Taniguchi, E. Kaxiras, and P. Jarillo-Herrero, Nature (London) 556, 43 (2018).
[2] O. Arroyo-Gascón, R. Fernández-Perea, E. Suárez-Morell, C. Cabrillo, Leonor Chico, One-dimensional moiré superlattices and flat bands in collapsed carbon nanotubes, Nano Lett. 20, 7588 (2020).
[3] O. Arroyo-Gascón, R. Fernández-Perea, E. Suárez-Morell, C. Cabrillo, Leonor Chico,Carbon 205, 394 (2023).
[4] Pablo Moles, F. Domínguez-Adame, Leonor Chico, Impact of vacancies on twisted bilayer graphene quantum point contacts, Phys. Rev. B 109, 045415 (2024).
[5] T. Devakul, V. Crépel, Y. Zhang, L. Fu, Magic in twisted transition metal dichalcogenide bilayers, Nature Communications 12, 6730 (2021).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Desarrollo de biosensores mediante adquisición y tratamiento de señales en microhilos magnetoelásticos
Title:	Development of Biosensors Through Signal Acquisition and Processing in Magnetoelastic Microwires
Tutor/es:	Daniel Matatagui y Raquel Loriente
E-mail tutor/es:	daniel.m.c@ucm.es, ralorien@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Analizar las propiedades físicas y magnéticas de los microhilos magnetoelásticos relevantes para su uso en biosensores.

Diseñar un sistema de adquisición de señales apropiado que permita registrar las respuestas magnetoelásticas de forma precisa y reproducible.

Desarrollar técnicas de procesamiento de señal para interpretar las respuestas obtenidas de los microhilos en presencia de distintos agentes biológicos.

Evaluar las respuestas como sensibilidad del sistema diseñado.

Metodología:

Caracterización de materiales: Se emplearán técnicas como microscopía óptica y análisis magnético para estudiar los microhilos.

Diseño experimental: Se configurará un sistema de adquisición de señales (hardware y software) para registrar la respuesta de los microhilos ante diferentes estímulos.

Tratamiento de señales: Se aplicarán filtros, transformadas y análisis estadísticos para interpretar los datos obtenidos.

Validación experimental: Se probará el sistema con distintas muestras para evaluar su eficacia como biosensor.

Bibliografía:

1.- Peña, A., Aguilera, J.D., Matatagui, D., de la Presa, P., Horrillo, C., Hernando, A., Marín, P. Real-Time Monitoring of Breath Biomarkers with A Magnetoelastic Contactless Gas Sensor: A Proof of Concept (2022) Biosensors, 12 (10), art. no. 871.

2.- Pena, A., Matatagui, D., Cruz, C., De La Presa, P., Marin, P., Horrillo, C. Study of magnetoelastic resonance for chemical sensors: Ribbons vs microwires (2021) Proceedings of the 2021 13th Spanish Conference on Electron Devices, CDE 2021, art. no. 9455747, pp. 106-109.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Desarrollo de nuevas tecnologías avanzadas de sensores de gases basadas en principios magnéticos
Title:	Development of New Advanced Gas Sensor Technologies Based on Magnetic Principles
Tutor/es:	Daniel Matatagui y Patricia de la Presa
E-mail tutor/es:	daniel.m.c@ucm.es, pmpresa@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El principal objetivo se trata de introducir propiedades magnéticas en los sensores para mejorar la presencia de gases específicos y analizar su comportamiento. Con los siguientes subobjetivos:

Obtener sensores que combines cualquier fénomeno de sensado con propiedades magnéticas capaces de detectar en base a diferentes parámetros cambios en la concentración de gases.

Desarrollar un sistema de medición y adquisición de datos.

Evaluar la respuesta, sensibilidad y selectividad de los sensores ante distintos tipos de gases.

Metodología:

Diseño de sensores híbridos: Se fabricarán dispositivos que integren fenómenos de sensado junto con la respuesta magnética, para analizar la influencia de los gases sobre ambos parámetros.

Desarrollo del sistema de adquisición de datos: Se implementará un sistema de lectura capaz de registrar tanto señales eléctricas como magnéticas, utilizando microcontroladores, sensores auxiliares y software de procesamiento.

Ensayos experimentales con gases específicos: Los sensores se someterán a atmósferas controladas con distintos gases para registrar su comportamiento frente a variaciones de concentración.

Análisis de resultados: Se evaluará la sensibilidad, selectividad, tiempo de respuesta y repetibilidad de los sensores mediante análisis estadístico y comparativo entre configuraciones.

Bibliografía:

Aguilera, J. D., Ranchal, R., Gálvez, F., Colino, J. M., Gràcia, I., Vallejos, S., ... & Matatagui, D. (2025). High Magnetic Sensitivity at the Coercive Field Induced by Shear Horizontal SAW in Polycrystalline FeGa Films. arXiv preprint arXiv:2503.11844.

Aguilera, J. D., Arranz, D., Peña, A., Marín, P., Horrillo, M. C., de la Presa, P., & Matatagui, D. (2024). Real-time monitoring of breath biomarkers using magnonic wireless sensor based on magnetic nanoparticles. Sensing and Bio-Sensing Research, 43, 100629.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Mejora de la fotocatálisis mediante el uso de materiales piezoeléctricos y ferroeléctricos
Title:	Enhancement of photocatalysis performance through the use of piezoelectric and ferroelectric materials
Tutor/es:	Belén Sotillo Buzarra
E-mail tutor/es:	bsotillo@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo principal de este trabajo es estudiar las posibles sinergias entre los efectos piezoeléctricos, ferroeléctricos y fotocatalíticos, con el fin de mejorar la eficiencia en la conversión de energía y su aplicación en el ámbito medioambiental. Se propone realizar una revisión crítica del estado del arte en esta temática, explorando las implicaciones potenciales que estas sinergias podrían tener en aplicaciones prácticas.

El estudio contempla el análisis de las propiedades físicas de estos materiales y su relación con la eficiencia como fotocatalizadores. Entre las aplicaciones consideradas se incluyen la purificación de agua o la generación de hidrógeno mediante el proceso de water splitting.

Metodología:

La metodología del trabajo se dividirá:

1.- Revisión bibliográfica crítica del tema y estado del arte.

2.- Descripción de las propiedades físicas que caracterizan a los materiales piezoeléctricos, ferroeléctricos y fotocatalíticos.

3.- Si el desarrollo del trabajo lo permite, se realizará alguna medida de caracterización de materiales seleccionados en el laboratorio.

Bibliografía:

1. Li, S., Zhao, Z., Zhao, J., Zhang, Z., Li, X., & Zhang, J. (2020). Recent advances of ferro-, piezo-, and pyroelectric nanomaterials for catalytic applications. ACS Applied Nano Materials, 3(2), 1063-1079.

2. Yang, F., Wang, P., Hao, J., Qu, J., Cai, Y., Yang, X., ... & Hu, J. (2023). Ultrasound-assisted piezoelectric photocatalysis: An effective strategy for enhancing hydrogen evolution from water splitting. Nano Energy, 118, 108993.

3. Jing, L., Xu, Y., Xie, M., Li, Z., Wu, C., Zhao, H., ... & Hu, J. (2023). Piezo-photocatalysts in the field of energy and environment: Designs, applications, and prospects. Nano Energy, 112, 108508.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales para sensores cuánticos
Title:	Materials for quantum sensing
Tutor/es:	Bianchi Méndez Martín, Ana Cremades Rodríguez
E-mail tutor/es:	bianchi@ucm.es, cremades@fis.ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Los sensores cuánticos se basan en el uso de un sistema cuántico, una propiedad o un fenómeno cuántico para realizar una medida de una cantidad física. Los objetivos de este TFG son:
- Explorar los criterios que debe cumplir un sistema material para que se comporte como un sensor cuántico.
- Explorar los distintos tipos de sensores cuánticos propuestos hasta la fecha.

Metodología:

El estudiante revisará la bibliografía en este campo, muy en tendencia, para identificar las plataformas actuales basadas en estado sólido con potencial como sensores cuánticos.

En particular, se estudiarán los centros (defectos/impurezas) en sólidos que pueden dar lugar a qubits, tomando como ejemplo paradigmático el centro vacante-nitrógeno en el diamante.
Se hará una revisión de los modos de crear los defectos y de las propiedades de los estados y niveles electrónicos asociados a los mismos.
Se hará una revisión de las ventajas de los sensores cuánticos y de los campos de aplicación.

El trabajo es de caracter bibliográfico.

trabajo 1: estudio de centros en diamante para sensores cuánticos
trabajo 2: estudio de materiales 2D para sensores cuánticos.

Bibliografía:

C. L. Degen "Quantum sensing" Review of Modern Physics, 89, 035002 (2017).
G. Wolfowicz et al. "Quantum guidelines for solid-state spin defects" Nature Reviews Materials, 6, 906-925 (2021).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Fuentes de luz de fotón único
Title:	Single photon sources
Tutor/es:	Bianchi Méndez Martín, David Maestre Varea
E-mail tutor/es:	bianchi@ucm.es, dmaestre@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Los nuevos avances en tecnologías cuánticas necesitan de fuentes de luz adecuadas, como son las llamadas fuentes de fotón único. Los objetivos del TFG son:
- identificar las condiciones necesarias para que un sistema de estado sólido presente características mecánico-cuánticas en la emisión de luz.
- hacer una revisión del estado del arte de los sistemas emisores de luz y las cavidades ópticas basados en estado sólido que se han propuesto como fuentes de emisión de fotones únicos.

Metodología:

El estudiante revisará la bibliografía en este campo, muy en tendencia en la actualidad, para identificar las plataformas actuales basadas en estado sólido que pueden emitir luz, con las características de las "single photon sources" o fuentes de luz de fotón único.

Se presentarán los resultados recientes sobre centros emisores en diamante y carburo de silicio, en puntos cuánticos de semiconductores, o en materiales bidimensionales.
Se revisarán los diseños de cavidades ópticas necesarias en los dispositivos emisores de luz.

Durante el desarrollo del TFG, el estudiante podrá realizar algún experimento de catodoluminescencia que permite determinar algunos de los parámetros que indican la idoneidad como fuente de luz única de algunos sólidos.

Bibliografía:

M. Eismann et al. "Solid-state single-photon sources: recent advances for novel quantum materials", Adv. Funct. Mat. 34, 2315936 (2024).
S. Bogdanov et al. " Material platforms for integrated quantum photonics" Optical Material Express, 7, 278026 (2017).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Análisis de la biestabilidad magnética en microhilos magnéticos amorfos para el desarrollo de biosensores
Title:	Analysis of the magnetic bistability of amorphous magnetic microwires for biosensors development
Tutor/es:	Pilar Marín, Raquel Loriente
E-mail tutor/es:	mpmarin@fis.ucm.es, ralorien@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

La Biomedicina puede beneficiarse de la introducción de microhilos magnéticos recubiertos de vidrio. Los hilos consisten en un núcleo metálico (con un diámetro de 1 a 50 µm), cubierto por un recubrimiento de vidrio (con un grosor de 2 a 20 µm). El recubrimiento de vidrio proporciona aislamiento eléctrico y estabilidad en un entorno químicamente agresivo. Además, el recubrimiento de vidrio (hecho de vidrio Pyrex) ofrece biocompatibilidad. Estos beneficios se ven acompañados por las pequeñas dimensiones de los microhilos, lo que permite su inserción en diferentes materiales o en organismos vivos. Esto hace de estos materiales ideales para el desarrollos de sensores miniaturizados (de temperatura, esfuerzo, posición , etc.) que pueden ser incorporados dentro de diversas estructuras en aplicaciones de ingeniería o biomédicas.

Una de sus propiedades más importantes es el comportamiento magnético biestable asociado a salto de Barkanausen. El objetivo del trabajo es controlar la respuesta biestable de microhilos en función de la temperatura y la tensión mecánica con la intención de de ser utilizados en biomedicina para la detección de la temperatura intracraneal bajo implantes de titanio. Por otro lado, se presenta la aplicación de microhilos para monitorear el esfuerzo aplicado sobre los huesos después de una lesión.

Mediante un método experimental se estuidará la evolución del campo crítico biestable con temperatura y/o tensión mecánica en microhilos insertados en tejido óseo. Se explorará la detección de señales inalámbrica utilizando antenas de microondas en combinación con campo magnético de baja frecuencia. Se utilizarán métodos de análisis de datos para correlación de señales.

Metodología:

1) Estudio bibliográfico.
2) Realizar cálculos bajo las instrucciones de los supervisores.
3) Estudios experimentales y toma de datos.
4) Análisis y conclusiones.

Bibliografía:

1. P. Marín, 'Wireless Stress Sensor Based on Magnetic Microwires', Magnetic Sensors - Development Trends and Applications. InTech, Nov. 29, 2017. doi: 10.5772/intechopen.70354.

2. B. Lejeune, P.G. Birame Gueye, D. Archilla, E. Navarro, M. Vázquez, R. Pérez del Real, L. H. Lewis, P. Marín. "High-Sensitivity Wireless Sensing usin Amorphous Magnetic Microwires". IEEE Sensors Journal 23 (2), 1099-1104 (2023).

3. A. Peña, J.D. Aguilera, D. Matatagui, P. de la Presa, C. Horrillo, A. Hernando, P. Marín. " Real-Time Monitoring of Breath Biommarkers with A Magnetoelastic Contactless Gas Sensor: A Proof of Concept". Biosensors, 12(10), 871 (2022).