



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Estudio de las distintas configuraciones magnéticas de nanoestructuras tipo hielo de espín.
Title:	Different magnetic configurations of spin ice like nanostructures
Supervisor/es:	Ana Parente, Álvaro Muñoz Noval
E-mail supervisor/es	aparente@ucm.es , Almuno06@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Entender qué es un hielo de espín y sus aplicaciones en electrónica y computación cuántica. Estudiar los diferentes estados magnéticos y las propiedades topológicas de estos sistemas en función de su geometría y de la dirección del campo magnético aplicado.

Metodología:

Estudiar la dependencia con la historia magnética de los distintos estados de un hielo de espín. El trabajo puede enfocarse desde un punto de vista bibliográfico o desde un punto de vista experimental, dependiendo de los intereses del alumno. Se ofrece la posibilidad de estudiar los estados magnéticos en función del campo utilizando un Microscopio de Fuerzas Atómicas (MFM).

Bibliografía:

[1] [Skjærvø, S.H., Marrows, C.H., Stamps, R.L. et al. Advances in artificial spin ice. Nat Rev Phys 2, 13–28 \(2020\)](#)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Teoría del funcional densidad aplicada a nanopartículas híbridas	
Title:	Density functional theory applied to hybrid nanoparticles	
Supervisor/es:	Ruth Martínez Casado, Elena Díaz García	
E-mail supervisor/es	mariarum@ucm.es, elenadg@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Familiarizar al alumno con la física teórica de la materia condensada basadas en cálculos de primeros principios de la estructura electrónica de nanopartículas híbridas. Explorar el estado del arte de los análisis numéricos basados en la teoría funcional de densidad para obtener información de la estructura de bandas de nanopartículas semiconductoras híbridas.

Metodología:

Recientemente un equipo interdisciplinar con investigadores de la UCM ha demostrado que el rendimiento cuántico de nanopartículas luminiscentes en el NIR-II basadas en Ag/Ag₂S se incrementa en casi dos órdenes de magnitud a través de tratamientos superficiales de tipo óptico o químico, lo que unido a su nula toxicidad resulta fundamental para su aplicación en investigación clínica [1]. La interpretación teórica de los procesos de fluorescencia de las nanopartículas híbridas requieren un complejo tratamiento cuántico para poder obtener una descripción detallada del material híbrido Ag/Ag₂S mediante primeros principios. Para aportar un poco de luz en las propiedades de esta interfaz se puede utilizar la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT). El código utilizado será CRYSTAL17, que ha sido implementado de forma muy eficiente para realizar estudios de compuestos en los que hay presencia de elementos metálicos como el Ag. En particular, el funcional utilizado será el Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE), que ha demostrado describir de forma correcta la estructura electrónica y propiedades ópticas de materiales con elementos metálicos [2,3].

Bibliografía:

[1] A. Ortega-Rodríguez et al. 10-Fold Quantum Yield Improvement of Ag₂S Nanoparticles by Fine Compositional Tuning. ACS Applied Materials & Interfaces 12 (2020) 12500.

[2] R. Dovesi et al. Quantum-mechanical condensed matter simulations with CRYSTAL.

WIREs Comput. Mol. Sci. 8, (2018) e1360 (2018).

[3] R. Martínez-Casado et al. A hybrid-exchange density functional study of the bonding and electronic structure in bulk CuFeS₂. J. Chem. Phys. 144, (2016) 184702 .



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2023-24

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Cavidades fotónicas en nanohilos
Title:	Photonic cavities in nanowires
Supervisor/es:	Emilio Nogales, Daniel Carrasco
E-mail supervisor/es	enogales@ucm.es , daniecar@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

- **Objetivos:**
- - Entender la física de las microcavidades ópticas y su aplicación a dispositivos emisores de luz sintonizable.
- - Analizar mediante simulaciones basadas en FDTD (*finite-difference time-domain*) microcavidades ópticas fabricadas a partir de nanoestructuras alargadas.

Metodología:

Primera parte: comprender los fundamentos de 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). 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 nanohilos de óxidos semiconductores emisores de luz.

Segunda parte: se definirán con software comercial de *simulación* FDTD los parámetros de microcavidades basadas en DBRs en nanohilos, buscando la optimización de sus características en diferentes rangos del espectro visible-ultravioleta. No son necesarios conocimientos de programación.

Si se tiene interés, se podrán realizar experimentos de micro-espectroscopía de luminiscencia en el laboratorio del grupo "Física de nanomateriales electrónicos" del Departamento, comparando estos resultados con los de las simulaciones.

Bibliografía:

- Optoelectronics and photonics: Principles and practices, S.O. Kasap, Pearson (2001)
- “Modal Analysis of β -Ga₂O₃:Cr Widely Tunable Luminescent Optical Microcavities”, M. Alonso-Orts, E. Nogales et al. Physical Review Applied 9, 064004 (2018)
- “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 2023-24

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Óxido de galio: una alternativa real a los semiconductores de gap ultra ancho
Title:	Gallium oxide: a true alternative to ultra-wide bandgap semiconductors
Supervisor/es:	Emilio Nogales
E-mail supervisor/es	enogales@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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 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:

- S. J. Pearton et al. "A review of Ga₂O₃ materials, processing and devices" Appl. Phys. Rev, 5, 011301 (2018).
- M. Alonso-Orts, D. Carrasco, J. M. San Juan, M. L. Nó, A. de Andrés, E. Nogales, B. Méndez "Wide dynamic range thermometer based on luminescent optical cavities in Ga₂O₃:Cr nanowires", Small 18, 2105355 (2022)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2023-24

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Materiales topológicos frente a perturbaciones y desorden
Title:	Topological materials under external perturbations and disorder
Supervisor/es:	Yuriko Baba, Francisco Domínguez-Adame Acosta
E-mail supervisor/es	yuribaba@ucm.es , adame@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

[1] Objetivos:

- [2] Familiarizar al alumno con los materiales topológicos cuales semimetales y aislantes en relación con métodos numéricos para el cálculo del transporte electrónico y/o con métodos analíticos como el formalismo de Floquet. Profundizar en la literatura sobre el estudio teórico de estos materiales.

Metodología:

Se partirá del trabajo previo [1] y se estudiará el efecto del desorden en modelos de aislantes topológicos bidimensionales y su impacto en las propiedades de transporte. Se podrá también incluir en el estudio el análisis de campos externos con dependencia temporal descritos por el formalismo de Floquet [2]. En este caso, se centrará el estudio en los materiales de semi-Dirac.

Bibliografía:

- [1] Rashba coupling and spin switching through surface states of Dirac semimetals
Y. Baba, F. Domínguez-Adame Acosta, G. Platero y R.A. Molina.
New Journal of Physics **26**, 023008 (2021).
- [2] Floquet analysis of excitations in materials
U. De Giovannini y H. Hübener
Journal of Physics: Materials **3**, 012001 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Conmutación resistiva en láminas autoportadas de BaTiO ₃ con aplicaciones en computación neuromórfica	
Title:	Resistive Switching in Freestanding BaTiO ₃ Layers with Applications in Neuromorphic Computing	
Supervisor/es:	Jacobo Santamaría Sánchez-Barriga, Víctor Zamora Castro	
E-mail supervisor/es	jacsan@ucm.es , vzamora@ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Caracterizar la conmutación resistiva de láminas autoportadas de BaTiO₃ con grosor nanométrico mediante medidas de transporte electrónico.
2. Comprender las posibles aplicaciones en el emergente campo de la computación neuromórfica.
3. Optimización del proceso de fabricación.
4. Introducción a técnicas experimentales y de fabricación del ámbito de los materiales 2D y la industria electrónica.

Metodología:

- Crecimiento de heteroestructuras de óxidos por técnica de pulverización (sputtering).
- Fabricación de microdispositivos electrónicos por técnicas de litografía óptica y/o electrónica.
- Técnicas de exfoliación y transferencia de materiales 2D
- Medidas de caracterización eléctrica de dispositivos de unión.
- Análisis y discusión de los resultados experimentales.

Bibliografía:

[1] Chen, J.-Y. *et al.* (2013) "Dynamic evolution of conducting Nanofilament in resistive switching memories," *Nano Letters*, **13**(8), pp. 3671–3677.

[2] Marković, D. *et al.* (2020) "Physics for neuromorphic computing," *Nature Reviews Physics*, **2**(9), pp. 499–510.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Óxidos basados en niobio para aplicaciones en energía	
Title:	Niobium-based oxides for energy applications	
Supervisor/es:	Belén Sotillo Buzarra	
E-mail supervisor/es	bsotillo@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

En este trabajo se pretende estudiar las propiedades que hacen interesantes a los óxidos basados en niobio para aplicaciones en energía. Se propone analizar y caracterizar las propiedades físicas de este tipo de óxidos y determinar las ventajas y desventajas que aportan estos materiales en la producción y almacenamiento de energía. Se busca también estudiar los métodos de crecimiento de estos óxidos y cómo afectan a sus propiedades y aplicabilidad.

Metodología:

La metodología del trabajo se dividirá en:

- 1.- Revisión bibliográfica del tema y estado del arte.
- 2.- Selección de óxidos basados en niobio concretos para su estudio.
- 2.- Si el desarrollo del trabajo lo permite, se podrá realizar alguna medida experimental de caracterización de materiales en el laboratorio del grupo UCM de "Física de Nanomateriales electrónicos".

Bibliografía:

- Deng, Q., Fu, Y., Zhu, C., & Yu, Y. (2019). Niobium-based oxides toward advanced electrochemical energy storage: recent advances and challenges. *Small*, 15(32), 1804884.

- Augustyn, V., Come, J., Lowe, M. A., Kim, J. W., Taberna, P. L., Tolbert, S. H., ... & Dunn, B. (2013). High-rate electrochemical energy storage through Li⁺ intercalation pseudocapacitance. *Nature materials*, 12(6), 518-522.
- Rani, R. A., Zoofakar, A. S., O'Mullane, A. P., Austin, M. W., & Kalantar-Zadeh, K. (2014). Thin films and nanostructures of niobium pentoxide: fundamental properties, synthesis methods and applications. *Journal of Materials Chemistry A*, 2(38), 15683-15703.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Dopado de óxidos de molibdeno. Estrategias, propiedades y aplicaciones.	
Title:	Doping of molybdenum oxides. Strategies, properties, and applications.	
Supervisor/es:	Carlos Díaz-Guerra Viejo	
E-mail supervisor/es	cdiazgue@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Los óxidos de Mo constituyen una familia de materiales multifuncionales con aplicaciones en campos que abarcan desde la optoelectrónica hasta el almacenamiento de energía pasando por la catálisis y el sensado de gases. Sin embargo, una de las estrategias más habituales para alterar las propiedades electrónicas y electroquímicas de muchos semiconductores, el dopado, está muy poco estudiado en el caso de esta familia de materiales. El objetivo del trabajo es llevar a cabo una revisión del estado del arte de este importante proceso en el caso de los óxidos de Mo y las posibles estrategias para perfeccionarlo, prestando especial atención a la conexión estructura – composición – propiedades de cara a la aplicación de dichos óxidos en los dispositivos mencionados en el siguiente epígrafe.

Metodología:

El trabajo se basa en una revisión bibliográfica del estado del arte y perspectivas futuras en los métodos de dopado, elementos químicos de interés, propiedades físicas y aplicaciones de los óxidos de Mo, especialmente en relación con los siguientes aspectos:

- Métodos de dopado
- Influencia en las características estructurales, composicionales y propiedades electrónicas de los materiales de partida.
- Aplicación en dispositivos como sensores, baterías, catalizadores, etc.

En función del desarrollo del trabajo y el interés del alumno, existe la posibilidad de realizar medidas experimentales relacionadas con el mismo.

Bibliografía:

[1] I.A. de Castro, R.S. Datta, J.Z. Ou, A. Castellanos-Gómez, S. Sriram, T. Daeneke, K. Kalantar-zadeh, *Adv. Mater.* **29** (2017) 1701619.

[2] H. Peelaers, M. L. Chabinyk, and C. G. Van de Walle, *Chem. Mater.* **29** (2017) 2563 - 2567.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Óxidos metálicos mixtos. Síntesis propiedades y aplicaciones en almacenamiento de energía.
Title:	Mixed metal oxides. Synthesis, properties and energy storage applications.
Supervisor/es:	Carlos Díaz-Guerra Viejo
E-mail supervisor/es	cdiazgue@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Los óxidos metálicos mixtos (Mixed Metal Oxides, MMO), con estequiometría $A_xB_{3-x}O_4$;(A, B = Co, Ni, Zn, Mn, Fe, etc.), poseen notables propiedades electroquímicas y se investigan activamente desde hace unos años por sus potenciales aplicaciones en una nueva generación de sistemas de almacenamiento de energía. El objetivo del trabajo es llevar a cabo una revisión del estado del arte y las futuras perspectivas del uso de estos materiales, prestando especial atención a la conexión morfología - estructura - composición y su relación con las posibles prestaciones en las aplicaciones detalladas en el siguiente epígrafe.

Metodología:

El trabajo se basa en una revisión bibliográfica del estado del arte y perspectivas futuras en la síntesis, el estudio de las propiedades físicas y las aplicaciones de los MMOs, especialmente en relación con los siguientes aspectos:

- Rutas de síntesis y su relación con la dimensionalidad del material.
- Estudio de sus características estructurales, composicionales y propiedades electrónicas.
- Aplicación en baterías de ion Li, supercondensadores y células solares.

En función del desarrollo del trabajo y el interés del alumno, existe la posibilidad de realizar medidas experimentales relacionadas con el mismo.

Bibliografía:

[1] Changzhou Yuan, Hao Bin Wu, Yi Xie, and Xiong Wen (David) Lou, *Angew. Chem. Int. Ed.* **53** (2014) 1488 – 1504.

[2] Muhammad Akram, Rifaqat Hussain, Asrar Ahmed, Ahmed Sher Awan, Iqra Shahzadi, et al., *Current Nanomaterials* **3** (2018) 18-25.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Nanomembranas de semiconductores	
Title:	Semiconductors nanomembranes	
Supervisor/es:	Beatriz Rodríguez Fernández, Bianchi Méndez Martín	
E-mail supervisor/es	berodr03@ucm.es , bianchi@ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Se trata de hacer una revisión del estado del arte de los materiales en forma de nanomembrana que presenten carácter semiconductor, y de las implicaciones que esto pueda suponer en sus propiedades físicas y las de las heteroestructuras que se construyan con ellos.

Metodología:

Siguiendo la estela del grafeno, actualmente se están estudiando otros materiales estables en forma de nanomembrana, que incluirían desde los propiamente bidimensionales hasta espesores de unos nanómetros. En este trabajo, el estudiante revisará algunas de las familias de estos materiales susceptibles de estabilizar nanomembranas o copos bidimensionales y que presentan un carácter semiconductor. Además, el estudiante abordará las heteroestructuras de van der Waals usando estos materiales y hará una revisión bibliográfica de las propiedades ópticas y electrónicas de las mismas, así como de la potencialidad que presentan estos materiales para múltiples aplicaciones.

Durante el desarrollo del TFG, el estudiante podrá realizar algún experimento con nanomembranas de semiconductores.

Bibliografía:

S. Kaushik, R. Sing, "2D layered materials for ultraviolet photodetection: a review" Adv. Optical Mater. 2021, 9, 2002214.

X Song, J Hu, H. Zeng, "Two dimensional semiconductors: recent progress and future perspectives" J Mat. Chem C. 2013, 1, 2952-2969.

S Mukherjee, et al. "Tunable Direct Bandgap Optical Transitions in MoS₂ Nanocrystals for Photonic Devices" ACS Photonics 2015, 2, 6, 760–768.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Fotodetectores de ultravioleta auto-alimentados
Title:	Self-powered ultraviolet photodetectors
Supervisor/es:	Daniel Carrasco Madrigal, Bianchi Méndez Martín
E-mail supervisor/es	daniecar@ucm.es , bianchi@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Se trata de hacer una revisión del estado del arte de los materiales necesarios para la fabricación de sensores de llama ultravioleta de banda C (UVC), que no estén sujetos a falsos positivos y que presenten una foto-respuesta ciega a la radiación visible solar. Para ello se estudiarán materiales de gap ultra-ancho, como el Ga_2O_3 y su integración de heterouniones que permitan una fotodetección sin necesidad de fuentes de alimentación externas, es decir de forma autoalimentada.

Metodología:

En este trabajo, el estudiante hará una revisión bibliográfica en la que abordará:

- las características que debe tener un fotodetector de ultravioleta, ciego a la radiación solar.
- los materiales adecuados para estos dispositivos.
- los diseños que presenten una operación de forma autónoma.

Durante el desarrollo del TFG, el estudiante podrá realizar algún experimento con láminas delgadas y nanoestructuras de algunos de los materiales con esta aplicación.

Bibliografía:

E. Monroy et al., *Wide-bandgap semiconductor ultraviolet photodetectors*, *Semicond. Sci. Technol.* 18R33 (2003).

D. Kaur and M. Kumar, *A strategic review on Gallium Oxide Based Deep-UV photodetectors: Recent progress and Future prospects*, *Adv. Optical. Mat.* **9**, 2002160 (2021).

M. Patel et al., *All Transparent Metal Oxide Ultraviolet Photodetector*, *Adv. Electron. Mat.* **1**, 1500232 (2015).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Termoelectricidad en materiales 2D	
Title:	Thermoelectricity in 2D materials	
Supervisor/es:	Pedro Hidalgo Alcalde	
E-mail supervisor/es	phidalgo@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Estudio de las propiedades de termoelectricidad en materiales. Termoelectricidad en materiales 2D.
- Estudiar los factores que afectan la cifra de mérito al reducir las dimensiones. Análisis y propuestas para su aplicación en dispositivos.

Metodología:

Los generadores termoeléctricos han atraído un amplio interés en la investigación debido a su capacidad para convertir directamente el calor en energía eléctrica. Las propiedades termoeléctricas de los materiales inorgánicos y orgánicos tradicionales han mejorado significativamente en las últimas décadas. Entre estos compuestos, los materiales bidimensionales (2D), como el grafeno, el fósforo negro, los dicalcogenuros de metales de transición, los compuestos IVA-VIA y los MXenos, han generado una gran atención de investigación como un grupo de materiales termoeléctricos potencialmente de alto rendimiento. El presente trabajo consistirá en realizar una revisión exhaustiva sobre el desarrollo de materiales 2D para aplicaciones termoeléctricas. Se discutirá las ventajas de estos materiales frente a los convencionales atendiendo a sus propiedades electrónicas, mecánicas, térmicas y optoelectrónicas únicas y por último, se discutirán los desafíos actuales en este campo.

Bibliografía:

1. Z.G. Chen, G. Han, L. Yang, L. Cheng, J. Zou, Nanostructured thermoelectric materials: current research and future challenge. *Prog. Nat. Sci.* **22**(6), 535–549 (2012).
2. T. Zhu, Y. Liu, C. Fu, J.P. Heremans, J.G. Snyder, X. Zhao, Compromise and synergy in high-efficiency thermoelectric materials. *Adv. Mater.* **29**(14), 1605884 (2017).
3. C. Gayner, K.K. Kar, Recent advances in thermoelectric materials. *Prog. Mater Sci.* **83**, 330–382 (2016).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Síntesis y caracterización de nanopartículas magnéticas para optimización de biosensores de ondas de spin
Title:	Synthesis and characterization of magnetic nanoparticles for spin-waves biosensors optimization
Supervisor/es:	M ^a Pilar Marín, Daniel Arranz
E-mail supervisor/es	mpmarin@fis.ucm.es , daniarra@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo del trabajo es la síntesis y caracterización de nanopartículas de magnetita. La caracterización microestructural por rayos X y microscopía electrónica se complementará con el análisis del comportamiento mediante magnetometría SQUID. Se hará un estudio comparativo de las muestras antes y después de ser expuestas a flujo de gases oxidantes. De las conclusiones de esta primera parte del trabajo se determinarán las nanopartículas adecuadas para ser integradas en el dispositivo sensor basado en ondas de spin.

Metodología:

- 1) Estudio bibliográfico
- 2) Síntesis de nanopartículas de magnetita
- 3) Caracterización microestructural y magnética
- 4) Exposición controlada de nanopartículas a gases oxidantes
- 5) Pruebas en biosensor
- 6) Análisis y conclusiones

Bibliografía:

1. Magnonic crystal with strips of magnetic nanoparticles: Modeling and experimental realization via a dip-coating technique, Z. Lazcano-Ortiz, C. L. Ordóñez-Romero, J. L. Domínguez-Juárez, G. Monsivais, R. Quintero-Torres, D. Matatagui, J. R. Fragoso-Mora, N. Qureshi, O. Kolokol'tsev, Magnetochemistry 7(12) (2021)155
2. Towards the Standardization of Photothermal Measurements of Iron Oxide Nanoparticles in Two Biological Windows, D. Arranz, R. Weigand, P. de la Presa, Nanomaterials 13(3)(2023)450



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Optimización de biosensores magnetoelásticos basados en microhilos magnéticos
Title:	Optimization of magnetoelastic biosensors based on magnetic microwires
Supervisor/es:	M ^a Pilar Marín, Álvaro Peña
E-mail supervisor/es	mpmarin@fis.ucm.es , alvapena@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo del trabajo es optimizar la respuesta magnetoelástica de microhilos magnéticos recubiertos de polímeros para adsorción de moléculas relacionadas con biomarcadores de aliento relacionados con enfermedades. Para ello se realizarán cálculos de la frecuencia de resonancia magnetoelástica en función del módulo de Young, la constante de magnetoelasticidad y la masa de estos. Estos estudios se complementarán con experimentos.

Metodología:

- 1) Estudio bibliográfico
- 2) Realización de cálculos de acuerdo a las instrucciones del supervisor
- 3) Desarrollo de montaje experimental
- 4) Toma de datos
- 5) Análisis y conclusiones

Bibliografía:

1. B. Lejeune, P. G. Birame Gueye, D. Archilla, E. Navarra, M. Vazquez, R. Pérez del Real, L.H. Lewis, P. Marin." *High-Sensitivity Wireless Sensing using Amorphous Magnetic Microwires*". **IEEE Sensors Journal** 23(2), 1099- 1104 (2023).
2. A. Peña, J. D. Aguilera, D. Matatagui, P. de la Presa, C. Horrillo, A. Hernando, P. Marín. "*Real-Time Monitoring of Breath Biomarkers with A Magnetoelastic Contactless Gas Sensor: A Proof of Concept*" **Biosensors**, 12(10), 871 (2022)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Nanomateriales compuestos delgados para aplicaciones optoelectrónicas
Title:	Thin nanocomposite materials for optoelectronic applications
Supervisor/es:	Geraldo Cristian Vásquez, David Maestre Varea
E-mail supervisor/es	gc.vasquez@ucm.es , dmaestre@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Materiales compuestos híbridos son una familia de materiales con grandes posibilidades tecnológicas debido a su versatilidad y la sinergia adquirida al combinar diferentes propiedades magnéticas, ópticas, eléctricas o mecánicas de los materiales orgánicos e inorgánicos que los componen.

En este trabajo se van a estudiar los principales materiales y las tecnologías empleadas para la elaboración de dispositivos optoelectrónicos basados en compuestos formados por materiales nanoestructurados (e.g. nanopartículas, nanovarillas o nanohilos) dentro de una matriz polimérica. Se pondrá en práctica la elaboración de nanocompuestos por métodos sencillos establecidos y se analizarán sus cualidades morfológicas y propiedades físicas mediante técnicas de microscopía y espectroscopía usando tanto microscopios electrónicos como ópticos.

Metodología:

- Revisión bibliográfica del tema y estado del arte.
- Elaboración de nanocompuestos en solución líquida y determinación del método de depósito más efectivo.
- Aprendizaje de los principales métodos de caracterización en el laboratorio del grupo de investigación de "Física de Nanomateriales electrónicos".

Bibliografía:

- Sanchez, C.; Julián, B.; Belleville, P.; Popall, M., Applications of Hybrid Organic–Inorganic Nanocomposites. *J. Mater. Chem.* 2005, **15** (35–36), 3559.

- Elisabeth Holder, Nir Tesslerb and Andrey L. Rogach, Hybrid nanocomposite materials with organic and inorganic components for opto-electronic devices, *Journal of Materials Chemistry*, 2008, **18**, 1064-1078
- Gong, M.; Zhang, L.; Wan, P., Polymer Nanocomposite Meshes for Flexible Electronic Devices. *Prog. Polym. Sci.* 2020, **107**, 101279.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Propiedades electrónicas de materiales de baja dimensionalidad
Title:	Electronic properties of low-dimensional materials
Supervisor/es:	Leonor Chico Gómez, Rodrigo Lima
E-mail supervisor/es	leochico@ucm.es , rodalmei@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Conocer algunos de los materiales unidimensionales o bidimensionales de mayor interés, como nanocintas, nanotubos y otros sistemas de baja dimensión, tanto basados en grafeno o pentamateriales. Familiarizarse con su descripción teórica y estudiar sus propiedades más destacadas, con especial énfasis en su estructura electrónica.

Metodología:

En primer lugar, se realizará un pequeño trabajo bibliográfico para conocer las líneas de investigación más relevantes para el material escogido [1,2]. Se estudiará el efecto de diversos mecanismos, como el acoplamiento espín-órbita o la introducción de impurezas, en la estructura electrónica del sistema. También será posible analizar la existencia de estados de carácter topológico. La estructura electrónica se obtendrá a partir de cálculos de primeros principios con códigos abiertos tipo SIESTA o Quantum ESPRESSO [3].

Bibliografía:

- [1] Arroyo-Gascón, R. Fernández-Perea, E. S. Morell, C. Cabrillo y L. Chico, «Universality of moiré physics in collapsed chiral carbon nanotubes», *Carbon* 205, 394-401 (2023) doi: 10.1016/j.carbon.2023.01.052.
- [2] Y. Shen y Q. Wang, «Pentagon-based 2D materials: Classification, properties and applications», *Physics Reports* 964, 1-42 (2022) doi: 10.1016/j.physrep.2022.03.003.

[3] P. Giannozzi et al., «QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials», *Journal of Physics: Condensed Matter* **21**, 395502 (2009) doi: 10.1088/0953-8984/21/39/395502.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Simulación cuántica de muchos cuerpos en dicalcogenuros de metales de transición
Title:	Many-body quantum modeling of transition metal dichalcogenides
Supervisor/es:	Leonor Chico Gómez, Rodrigo Lima
E-mail supervisor/es	leochico@ucm.es , rodalmei@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Estudiar las propiedades electrónicas de dicalcogenuros de metales de transición utilizando programas de simulación cuántica. Conocer las líneas de investigación actuales sobre estos materiales y contribuir a su descripción teórica utilizando dichos programas. Familiarizarse con la metodología y los entornos de computación necesarios.

Metodología:

Se estudiará el fundamento teórico que sustenta los programas de simulación de muchos cuerpos, y se adquirirán nociones básicas de trabajo en Unix y en ordenadores de cálculo. Una vez conocida la bibliografía principal sobre el sistema a estudiar, se utilizarán dichos programas para caracterizar los dicalcogenuros, obteniendo por ejemplo energías totales, estructuras de bandas o densidades de estados. Se podrá estudiar cómo varían estas y otras magnitudes según el número de capas modelizado.

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, F. Domínguez-Adame, Y. M. Meziani, E. Diez and J. Querada. *Communications Physics* **3**, 194 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Magnetismo en sistemas de baja dimensionalidad	
Title:	Magnetism in low-dimensional systems	
Supervisor/es:	Arantzazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio	
E-mail supervisor/es	a.mascaraque@ucm.es , mabarrio@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El estudio del comportamiento magnético en geometrías confinadas (películas delgadas, intercaras y nanoestructuras), ha generado importantes aplicaciones prácticas y constituye un *hot-topic* hoy día en el campo de la espintrónica.

El objetivo de este TFG es familiarizarse con sistemas de baja dimensionalidad, sus propiedades magnéticas singulares y aplicaciones tecnológicas.

Metodología:

Para la realización de este trabajo será necesario, inicialmente, revisar la bibliografía reciente sobre magnetismo en sistemas de baja dimensionalidad (láminas delgadas, multicapas, superredes, heteroestructuras, nanopartículas, nanohilos...).

- Estudio de la bibliografía recomendada.
- Análisis de la situación actual a través de algunos artículos científicos relevantes sobre aplicaciones del tema.

Posteriormente, se plantean varias posibles aproximaciones entre las que el/la estudiante deberá elegir alguno(s) de los siguientes tópicos:

- Interacción de Dzyaloshinskii-Moriya y magnetismo quiral: paredes, skyrmiones.
- Dinámica de paredes magnéticas en láminas y nanohilos.
- GMR y TMR en multicapas magnéticas.
- SHE y corrientes polarizadas en espín.
- Superparamagnetismo.

Bibliografía:

Camley, Robert E. et al (eds.): *Magnetism of Surfaces, Interfaces, and Nanoscale Materials*. Elsevier (2016).

Fert, A. et. al. Magnetic skyrmions: advances in physics and potential applications. *Nat Rev Mater* **2**, 17031 (2017).

Chen, Gong, Mascaraque, Arantzazu et al. Room temperature skyrmion ground state stabilized through interlayer exchange coupling. *Appl. Phys. Lett.* **106**, 242404 (2015).

Kuepferling et. al. Measuring interfacial Dzyaloshinskii-Moriya interaction in ultrathin magnetic films. *Rev. Mod. Phys.* **95**, 015003 (2023).

Marrows, C.H. et. al. Perspective on skyrmion spintronics. *Appl. Phys. Lett.* **119**, 250502 (2021).

Hiroata A. et al. Review on spintronics: Principles and device applications. *J. Magn. Mater.* **509**, 166711 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Investigación en nanomateriales con técnicas basadas en radiación sincrotrón
Title:	Research on nanomaterials with synchrotron-based techniques
Supervisor/es:	Arantazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio
E-mail supervisor/es	a.mascaraque@ucm.es , mabarrio@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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.

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con las aplicaciones de la radiación sincrotrón al estudio de nanomateriales, a través de un 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 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Estirando el grafeno	
Title:	Stretching a graphene layer	
Supervisor/es:	César González Pascual	
E-mail supervisor/es	cesar.gonzalez@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

¿Qué sucede cuando se estira el grafeno [1]? ¿Se rompe fácilmente? ¿Qué ocurre con sus propiedades electrónicas tan especiales? ¿Se convertirá el material en más reactivo? ¿Se formará una cadena mono-atómica antes de la ruptura? ¿Cómo se verá afectado por la inclusión de impurezas u otros defectos? En el TFG se aprenderá a usar la teoría del funcional de la densidad mediante el uso del código FIREBALL [2] para dar respuesta a estas preguntas.

Metodología:

Se comenzará reproduciendo la estructura atómica y electrónica característica del grafeno. Se dopará el material con un átomo de B o N. Se irá estirando el grafeno en pequeños pasos hasta llegar a la ruptura del material. Se obtendrá la Densidad de Estados (DOS) en los sucesivos pasos. Finalmente, se colocarán moléculas (H_2 , O_2 o CO_2) cerca de los puntos de ruptura para comprobar si ha aumentado la reactividad. En todas estas simulaciones, se usará el código FIREBALL

Bibliografía:

- [1] "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)
- [2] "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 2023-24



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	
Supervisor/es:	Paloma Fernández Sánchez	
E-mail supervisor/es	arana@fis.ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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.

Aunque se ofrecen varias plazas para este TFG, cada alumno abordará el estudio de un concepto diferente.

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. Mitchell (John Wiley and Sons, 2004)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2023-24

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Cálculos de la Teoría del Funcional de la Densidad en óxidos de gap ultra-ancho como elementos activos de dispositivos optoelectrónicos.
Title:	Density Functional Theory calculations of ultra wide band gap oxides as active elements in optoelectronic devices.
Supervisor/es:	Ruth Martínez Casado, Bianchi Méndez
E-mail supervisor/es	mariarum@ucm.es, bianchi@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Cálculo mediante primeros principios de la estructura de bandas y densidad de estados de óxidos de gap ancho.
- Estudio de la influencia de los defectos en la estructura electrónica.

Metodología:

La metodología se basará en cálculo de primeros principios utilizando la aproximación del funcional de la densidad (DFT). El estudiante se formará en esta técnica y la aplicará a un material de interés tecnológico actual, como son los semiconductores de gap ancho. Los resultados obtenidos se podrán contrastar con experimentos llevados a cabo en el grupo UCM "Física de nanomateriales electrónicos" del Departamento.

Bibliografía:

- R. Dovesi et al. WIREs Comput Mol Sci. **8**, e1360 (2018).
- J. García-Fernández et al. Journal of Materials Chemistry C **8**, 2725 (2020).
- J. Dolado et al. Acta Materialia **196**, 626 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Caracterización de materiales funcionales mediante técnicas de radiación en grandes instalaciones
Title:	Characterization of functional materials using large-scale facility radiation techniques
Supervisor/es:	Matilde Saura Múzquiz
E-mail supervisor/es	matsaura@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Entender los aspectos fundamentales de técnicas de caracterización basadas en radiación de sincrotrón o de neutrones para el estudio de nanomateriales.
- Obtener conocimiento del estado del arte de algún aspecto particular de materiales funcionales nanoestructurados.

Metodología:

Las fascinantes propiedades de los materiales nanoestructurados han abierto un nuevo paradigma para optimizar su rendimiento y han facilitado una amplia gama de aplicaciones tecnológicas de vanguardia. Para entender y optimizar las propiedades físicas de un material, es necesario investigar su estructura. Las técnicas de caracterización basadas en radiación de grandes instalaciones (sincrotrones y fuentes de neutrones), proporcionan excelentes herramientas para el estudio de estructuras cristalinas, amorfas, magnéticas y electrónicas, entre otras.

El alumno deberá adquirir conocimientos sobre diversas técnicas de caracterización basadas en grandes instalaciones. A esto le seguirá una inmersión más profunda en el estudio de al menos uno de los siguientes campos: nanoestructuras magnéticas, materiales para baterías o materiales termoeléctricos.

Bibliografía:

- J. Als-Nielsen and D. McMorrow, 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2011, pp. xii, 419 p.
- R. Skomski, *J Phys Condens Matter*, **15**, (2003) R841-R896.
- H. L. Andersen, L. Djuandhi *et al.*, *Advanced Energy Materials*, **11**, (2021)
- H. Alam and S. Ramakrishna, *Nano Energy*, **2**, (2013) 190-212.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales
Título:	Magnetismo en sistemas de baja dimensionalidad
Title:	Magnetism in low-dimensional systems
Supervisor/es:	Arantzazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio
E-mail supervisor/es	a.mascaraque@ucm.es , mabarrio@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

Objetivos:

El estudio del comportamiento magnético en geometrías confinadas (películas delgadas, intercaras y nanoestructuras), ha generado importantes aplicaciones prácticas y constituye un *hot-topic* hoy día en el campo de la espintrónica.

El objetivo de este TFG es familiarizarse con sistemas de baja dimensionalidad, sus propiedades magnéticas singulares y aplicaciones tecnológicas.

Metodología:

Para la realización de este trabajo será necesario, inicialmente, revisar la bibliografía reciente sobre magnetismo en sistemas de baja dimensionalidad (láminas delgadas, multicapas, superredes, heteroestructuras, nanopartículas, nanohilos...).

- Estudio de la bibliografía recomendada.
- Análisis de la situación actual a través de algunos artículos científicos relevantes sobre aplicaciones del tema.

Posteriormente, se plantean varias posibles aproximaciones entre las que el/la estudiante deberá elegir alguno(s) de los siguientes tópicos:

- Interacción de Dzyaloshinskii-Moriya y magnetismo quiral: paredes, skyrmiones.
- Dinámica de paredes magnéticas en láminas y nanohilos.
- GMR y TMR en multicapas magnéticas.
- SHE y corrientes polarizadas en espín.
- Superparamagnetismo.

Bibliografía:

Camley, Robert E. et al (eds.): *Magnetism of Surfaces, Interfaces, and Nanoscale Materials*. Elsevier (2016).

Fert, A. et. al. Magnetic skyrmions: advances in physics and potential applications. *Nat Rev Mater* **2**, 17031 (2017).

Chen, Gong, Mascaraque, Arantzazu et al. Room temperature skyrmion ground state stabilized through interlayer exchange coupling. *Appl. Phys. Lett.* **106**, 242404 (2015).

Kuepferling et. al. Measuring interfacial Dzyaloshinskii-Moriya interaction in ultrathin magnetic films. *Rev. Mod. Phys.* **95**, 015003 (2023).

Marrows, C.H. et. al. Perspective on skyrmion spintronics. *Appl. Phys. Lett.* **119**, 250502 (2021).

Hiroata A. et al. Review on spintronics: Principles and device applications. *J. Magn. Mater.* **509**, 166711 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2023-24



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física de Materiales	
Título:	Investigación en nanomateriales con técnicas basadas en radiación sincrotrón	
Title:	Research on nanomaterials with synchrotron-based techniques	
Supervisor/es:	Arantazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio	
E-mail supervisor/es	a.mascaraque@ucm.es , mabarrio@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

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.

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con las aplicaciones de la radiación sincrotrón al estudio de nanomateriales, a través de un 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, Berlin, 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.