



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Excitones en aislantes topológicos
<b>TITLE:</b>	Excitons in Topological Insulators
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Francisco Domínguez-Adame Acosta y Elena Díaz García
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Se pretende analizar la energía de los excitones en proximidad a a intercaras entre un aislante normal y otro topológico. De esta manera, el alumno se familiarizará con las técnicas en física teórica de la materia condensada, en relación con los estados de superficie en aislantes. En una primera etapa se deberá explorar el estado del arte en relación al problema propuesto. Posteriormente el alumno deberá ser capaz de plantear el modelo más adecuado para describir los excitones. Por último, procederá a la resolución del problema con el fin último de encontrar la dependencia de la energía de ligadura con los parámetros del problema.

### METODOLOGÍA:

La metodología será la habitual en el campo. Si el modelo planteado es suficientemente sencillo, se intentará resolver el problema de manera analítica. Si, por el contrario, esto no resultara posible, se recurrirá a técnicas numéricas. Por tanto, es recomendable que el alumno tenga conocimientos básicos de programación.

**BIBLIOGRAFÍA:** *Topological Insulators. Dirac Equation in Condensed Matters*, Shun-Qing Shen, Springer, 2012.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Selectividad de espín en moléculas quirales
<b>TITLE:</b>	Spin Selectivity in Chiral Molecules
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Elena Díaz García y Francisco Domínguez-Adame Acosta
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Familiarizar al alumno con las técnicas en física teórica de la materia condensada, en relación con los fenómenos de selectividad de espín inducida por la quiralidad en moléculas como el ADN y  $\alpha$ -hélices. Explorar el estado del arte en el área. El trabajo previsto pretende entender la formación de polarones a temperatura finita, así como analizar su posible contribución al fenómeno de la selectividad de espín.

### METODOLOGÍA:

La metodología será la habitual en el campo. Se planteará el modelo que describe la interacción de un electrón con la red molecular, donde esta última se describe mediante dinámica clásica. En las ecuaciones de la red se añadirá un término disipativo y otro de ruido estocástico, relacionados mediante el teorema de fluctuación-disipación. En una primera fase se encontrará la solución polarón estacionaria para posteriormente pasar a analizar su dinámica. Por último, se estudiarán los fenómenos de selectividad de espín gracias a un modelo electrónico que incorpora la geometría helicoidal de la molécula.

### BIBLIOGRAFÍA:

*The Chiral Induced Spin Selectivity (CISS) Effect*, Ron Naaman y David H. Waldeck (capítulo 6 del libro *World Scientific Reference on Spin in Organics*, publicado por World Scientific, 2018).



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Simulaciones de primeros principios de las propiedades electrónicas y estructurales en materiales volúmicos.
<b>TITLE:</b>	First principles simulations of the electronic and structural properties in bulk materials.
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Juan Ignacio Beltrán Fínez
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

La teoría del funcional de la densidad (DFT) es una herramienta de simulación muy empleada en la física de materiales para apoyar estudios experimentales pero también para predecir propiedades novedosas. El objetivo del TFG será el de usar un código DFT para simular las propiedades electrónicas y estructurales de diversos materiales en volumen: metal, semiconductor y aislante (los cuales, se pueden discutir con el candidato).

#### METODOLOGÍA:

Se simulará una serie de materiales usando DFT para tomar consciencia de las fortalezas y deficiencias en dicha teoría así como las necesarias correcciones para su empleo en materiales con correlación electrónica. Para realizar dichas simulaciones el candidato necesitará un ordenador portátil con conexión inalámbrica para conectarse en remoto a un centro de computación.

#### BIBLIOGRAFÍA:

“Error Estimates for Solid-State Density-Functional Theory Predictions: An Overview by Means of the Ground-State Elemental Crystals”, Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences, 39:1, 1-24 (2014). DOI: [10.1080/10408436.2013.772503](https://doi.org/10.1080/10408436.2013.772503)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Microcavidades ópticas sintonizables en micro- y nanohilos
<b>TITLE:</b>	Tunable optical microcavities in micro- and nanowires
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Emilio Nogales
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	3
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	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 micro- y nanoestructuras alargadas.

#### METODOLOGÍA:

En la primera parte se busca comprender los fundamentos de las microcavidades ópticas, elementos clave en muchos dispositivos fotónicos, a través de la bibliografía. Dichas microcavidades se pueden fabricar, por ejemplo, mediante cristales fotónicos o cavidades DBR (*distributed-Bragg-reflector*) y tienen aplicaciones como las fuentes de luz con longitud de onda sintonizable, nanoláseres, memorias cuánticas, filtros ópticos, interruptores ópticos activos o biosensores. En este trabajo interesará principalmente la extensión de esta idea a micro- y nanohilos de óxidos semiconductores emisores de luz.

En la segunda parte, se definirán con *software* comercial de simulación *FDTD* los parámetros de microcavidades basadas en DBRs en nano- y microhilos, buscando la optimización de sus características en diferentes rangos del espectro visible-ultravioleta. No son necesarios conocimientos de programación. Se contempla la posibilidad de comparar los resultados de simulación con datos experimentales obtenidos en laboratorio mediante espectro-microscopía de luminiscencia.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- *Microcavities*, A. Kavokin, J.J. Baumberg, G. Malpuech, F.P. Laussy, Clarendon Press, Oxford (2006)
- "Widely tunable distributed Bragg reflectors integrated into nanowire waveguides" A. Fu *et al. Nano Letters* 15, 6909 (2015)
- "Modal Analysis of  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Cr Widely Tunable Luminescent Optical Microcavities", M. Alonso-Orts, E. Nogales *et al. Physical Review Applied* 9, 064004 (2018)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Transporte electrónico en gases bidimensionales de electrones.
<b>TITLE:</b>	Electronic transport in two-dimensional electron gases
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Flavio Bruno
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Entender el proceso de formación, la estructura electrónica y las propiedades de transporte electrónico de un gas de electrones bidimensional estabilizado en la superficie de SrTiO<sub>3</sub>.

#### METODOLOGÍA:

El trabajo consistirá en 2 partes diferenciadas:

- 1.- Revisión bibliográfica guiada por el supervisor en la que el estudiante deberá comprender la estructura electrónica y el proceso de formación de un gas bidimensional de electrones en SrTiO<sub>3</sub>.
- 2.- Medidas directas de resistividad en función de la temperatura y efecto Hall en un gas de electrones bidimensional.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- ARPES Studies of Two-Dimensional Electron Gases at Transition Metal Oxide Surfaces. (<https://arxiv.org/abs/1612.03571>)
- 2.- Universal fabrication of 2D electron systems in functional oxides, Advanced Materials, **28**, 1976 (2016) (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/adma.201505021>)
- 3.- Conductivity and beyond at the LaAlO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> interface. APL Materials **4**, 060701 (2016) (<https://doi.org/10.1063/1.4953822>)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Materiales magnéticos para aplicaciones en biosensores y en el campo biomédico
<b>TITLE:</b>	Magnetic materials for application in biosensors
<b>SUPERVISORES:</b>	Pilar Marín Palacios
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Realizar un estudio bibliográfico relacionado con la utilización de materiales magnéticos para biosensores. El objetivo fundamental es que el alumno tome conciencia de las últimas investigaciones realizadas en materiales magnéticos con propiedades interesantes para este tipo de aplicaciones. El estudio se centrará en magnetorresistencia gigante, magnetoimpedancia gigante y resonancia magnetoelástica.

Se propone dos trabajos uno centrado en biosensores y otro en sensores para detección de tensiones mecánicas en el campo de la cirugía cardiovascular.

### METODOLOGÍA:

- Se realizarán reuniones periódicas para el seguimiento de la actividad del alumno
- Visita a los laboratorios de magnetismo para que el alumno conozca el tipo de materiales objeto de estudio
- Realización de algún trabajo experimental que complemente la formación

### BIBLIOGRAFÍA:

M. Hernando- Rydings et al., J Am Heart Assoc. 2016 Jul; 5(7): e003608. Development of a Telemetric System for Postoperative Follow-up of Vascular Surgery Procedures: In Vitro Model.

C Herrero-Gómez, P Marín, A Hernando, Appl. Phys. Lett. 103(14)(2013) 142414, Bias free magnetomechanical coupling on magnetic microwires for sensing applications



P Marín, M Marcos, A Hernando, App. Phys. Lett.  
96(26) (2010) High magnetomechanical coupling on magnetic  
microwire for sensors with biological applications





# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Materiales magnéticos para atenuación de ondas electromagnéticas
<b>TITLE:</b>	Magnetic materials for electromagnetic shielding
<b>SUPERVISORES:</b>	Pilar Marín Palacios
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** Realizar un estudio bibliográfico relacionado con la utilización de materiales magnéticos para apantallamiento de ondas electromagnéticas. El objetivo fundamental es que el alumno tome conciencia de las últimas investigaciones realizadas en materiales magnéticos con propiedades interesantes para este tipo de aplicaciones. El estudio se centrará en micro y nanohilos magnéticos.

### **METODOLOGÍA:**

- Se realizarán reuniones periódicas para el seguimiento de la actividad del alumno
- Visita a los laboratorios de magnetismo para que el alumno conozca el tipo de materiales objeto de estudio
- Realización de algún trabajo experimental que complemente la formación

### **BIBLIOGRAFÍA:**

P Marín, D Cortina, A Hernando, Electromagnetic Waves absorbing material based on magnetic microwires, IEEE Transactions on Magnetics 44(11) 3934-3937 (2008)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Técnicas avanzadas de microscopía electrónica a escala atómica aplicadas al estudio de nuevos materiales
<b>TITLE:</b>	Advanced electron microscopy techniques applied to cutting-edge material systems
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	María Varela del Arco
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	4
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo principal de este trabajo es explorar el estado del arte en que se encuentran actualmente diversas técnicas de microscopía y espectroscopía electrónicas con resolución atómica, aplicadas principalmente al estudio de materiales avanzados. Ejemplos pueden incluir la aplicación de microscopía con corrección de aberración esférica al estudio de materiales de relevancia tecnológica, nuevas técnicas espectroscópicas como el dicroísmo de electrones, caracterización de nanomateriales, microscopía in-situ, medida de campos eléctricos con resolución atómica, microscopía electrónica en 4D u otras.

### METODOLOGÍA:

El carácter del trabajo podrá incluir tanto revisión de literatura como desarrollo de facetas experimentales o teóricas del tema. Los aspectos específicos se discutirán y decidirán entre supervisor y estudiante.

### BIBLIOGRAFÍA:

“Scanning transmission electron microscopy”, Stephen J. Pennycook & Peter Nellist. Springer, 2011. ISBN 978-1-4419-7200-2



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Skyrmiones magnéticos
<b>TITLE:</b>	Magnetic Skyrmions
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	María Varela del Arco
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo principal de este trabajo es explorar aspectos teóricos y/o experimentales de la física de skyrmiones magnéticos en física del estado sólido. Los skyrmiones magnéticos son vórtices magnéticos nanoscópicos, texturas de espín que aparecen en sistemas con acoplo espín-órbita donde el momento magnético desarrolla un “remolino” topológico estable gracias a interacciones como la de Dzyaloshinskii–Moriya. Gracias a su gran estabilidad y también movilidad se han considerado para el desarrollo de aplicaciones punteras en espintrónica tales como dispositivos de almacenamiento y procesamiento de información de ultra-alta densidad.

### METODOLOGÍA:

El carácter del trabajo podrá incluir tanto revisión de literatura como desarrollo de facetas experimentales o teóricas del tema. Los aspectos específicos se discutirán y decidirán entre supervisor y estudiante.

### BIBLIOGRAFÍA:

“Skyrmions in Magnetic Materials”, Sichinoro Seki & Masahito Mochizuki. Springer (2016).

“Magnetic Skyrmions: advances in Physics and potential applications” Albert Fert, Nicolas Reyren & Vincent Cross, *Nature Reviews Materials*, **2**, 17031 (2017).

“Topology in Magnetism” Editado por Jiadong Zang, Vincent Cros, Axel Hoffmann, Springer (2018).



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Nano- y microestructuras de ZnO para aplicaciones medioambientales	
<b>TITLE:</b>	ZnO nano- and microstructures for environmental applications	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Ana Urbieto	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	3	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Las nano- y microestructuras de ZnO han demostrado ser unas excelentes candidatas para su utilización en algunas aplicaciones medioambientales como la fotocatalisis o el sensado de gases. El objetivo de este trabajo es revisar el estado del arte de este campo científico así como explorar la posible realización de experimentos de crecimiento y caracterización de este tipo de estructuras en el laboratorio.

### METODOLOGÍA:

El trabajo comenzará realizando una revisión bibliográfica del uso de las estructuras de ZnO en las aplicaciones mencionadas, haciendo especial hincapié en los procesos de crecimiento y dopantes más adecuados para tal fin. A continuación, se explorará la posibilidad de obtener este tipo de estructuras haciendo uso de las técnicas disponibles en el laboratorio. Finalmente, dependiendo del transcurso del trabajo, se realizará algún experimento de crecimiento y caracterización de dichas estructuras.

### BIBLIOGRAFÍA:

L. Zhung, W. Zeng, Sens. Actuators A 267 (2017) 242-261  
K. Qi, B. Cheng, J. Yu, W. Ho, J. Alloys Compd. 727 (2017) 792-820



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Óxidos de alta permitividad
<b>TITLE:</b>	High-permittivity oxides
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Belén Sotillo
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Estudiar las propiedades que hacen interesantes a los materiales de alta permitividad para diversas aplicaciones tecnológicas. Comprender la relación entre la microestructura del material y sus propiedades. Se utilizarán como ejemplo los óxidos de niobio y los óxidos de tantalio.

### METODOLOGÍA:

La metodología del trabajo se dividirá en dos partes:

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

2.- Si el desarrollo del trabajo lo permite, se podrá realizar alguna medida experimental de caracterización de materiales en el laboratorio.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Robertson, J (2004). High dielectric constant oxides. The European Physical Journal-Applied Physics, 28(3), 265-291.
- Nico C, Monteiro T, Graça M (2016) Niobium oxides and niobates physical properties: review and prospects. Progress in Materials Science 80:1-37
- Nashed R, Hassan WM, Ismail Y, Allam NK (2013) Unravelling the interplay of crystal structure and electronic band tantalum oxide ( $Ta_2O_5$ ). Physical Chemistry Chemical Physics 15 (5):1352-1357



interplay of crystal structure and electronic band structure of tantalum oxide ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ). Physical Chemistry Chemical Physics 15 (5):1352-1357





# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Crecimiento y caracterización de láminas delgadas metálicas por técnicas de evaporación catódica
<b>TITLE:</b>	Growth and characterization of sputtered metallic thin films
<b>SUPERVISORES:</b>	Álvaro Muñoz Noval y Elvira M. González
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Los principales objetivos de este trabajo de fin de grado son la introducción a técnicas e instrumentación de vacío y a las técnicas de crecimiento de láminas delgadas de metales por pulverización catódica (sputtering) para fabricar heteroestructuras metálicas.

### METODOLOGÍA:

Este trabajo incluye una revisión bibliográfica y una parte práctica que incluye un adiestramiento introductorio en el manejo de equipos de vacío, de evaporación y finalmente en el crecimiento tutelado de muestras en forma de lámina delgada. Las muestras crecidas serán caracterizadas por diversas técnicas.

### BIBLIOGRAFÍA:

Láminas delgadas y recubrimientos: preparación, propiedades y aplicaciones. José María Albella Martín. Ed. CSIC - CSIC Press, Madrid, 2003. ISBN: 978-84-00-08166-9



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Espectroscopia de electrones con pérdida de energía. El análisis elemental.	
<b>TITLE:</b>	Electron energy loss spectroscopy: elemental analysis	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Nevenko Biskup	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	3	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Determinar la composición elemental del compuesto analizado en microscopio electrónico de transmisión. Determinar el estado electrónico de dicho compuesto. Analizar los cambios de red cristalina en la vecindad de defectos.

### METODOLOGÍA:

El análisis de datos de espectroscopia EELS obtenidos en microscopio electrónico de transmisión con resolución atómica. Los datos se analizarán con el software Gatan Micrograph, especializado en microscopía electrónica.

### BIBLIOGRAFÍA:

1. Atomic-resolution studies of epitaxial strain release mechanisms in  $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4/\text{La}_{0.67}\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$  superlattices.”  
N. Biškup et al. Phys. Rev. B **91**, 205132 (2015).
2. “Insulating ferromagnetic  $\text{LaCoO}_{3-6}$  films: a phase induced by ordering of oxygen vacancies.”  
N. Biškup et al. Phys. Rev. Lett. **112**, 087202 (2014).



3. "Transmission electron microscopy", David B. Williams and C. Berry Carter





## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FÍSICA DE MATERIALES	
<b>TÍTULO:</b>	SÍNTESIS DE MATERIALES SEMICONDUCTORES 1D CON APLICACIONES EN DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS	
<b>TITLE:</b>	SYNTHESIS OF 1D SEMICONDUCTOR MATERIALS WITH APPLICABILITY IN OPTOELECTRONIC DEVICES	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	David Maestre Varea	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

- Conocer los principales métodos de síntesis de estructuras 1D (nanohilos, nanotubos...) de óxidos semiconductores.
- Estudiar las aplicaciones más relevantes de estas nanoestructuras 1D en dispositivos optoelectrónicos.

#### METODOLOGÍA:

Los recientes avances en la síntesis de nanomateriales 1D en forma de nanohilos o nanotubos han promovido su uso en diversos campos de interés tecnológico, dando lugar a novedosas aplicaciones que aprovechan la característica morfología de estas nanoestructuras así como las nuevas propiedades aparecidas en la nanoescala.

El presente TFG constará de una primera parte bibliográfica en la que se plantean las siguientes tareas:

- Revisión bibliográfica y estudio del estado del arte.
- Familiarización y análisis de las técnicas de síntesis y principales aplicaciones optoelectrónicas de nanoestructuras semiconductoras 1D.
- Organización, análisis y discusión de la información recogida.

El TFG se completará con una parte experimental en la que se llevará a cabo la síntesis y caracterización de estructuras 1D de óxidos semiconductores en el laboratorio del grupo de investigación de "Física de Nanomateriales Electrónicos".

#### BIBLIOGRAFÍA:

- C Bueno, D Maestre, T Díaz, H Juárez, M Pacio, A Cremades y J Piqueras, *Journal of Alloys and Compounds* **726**, 201-208 (2017)
- M. García-Tecedor, D. Maestre, A. Cremades y J. Piqueras, *Journal of Physical Chemistry C*, **120**, 22028-22034 (2016)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Óxidos de molibdeno para aplicaciones en almacenamiento de energía y medioambientales	
<b>TITLE:</b>	Molybdenum oxides for energy storage and environmental applications.	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Carlos Díaz-Guerra Viejo	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** Los óxidos de Mo se encuentran entre los materiales más versátiles y adaptables existentes para su uso en dispositivos ópticos y electrónicos. En los últimos años, sus potenciales aplicaciones se han extendido hacia otros campos, incluyendo el almacenamiento de energía y las aplicaciones medioambientales. El objetivo del trabajo es llevar a cabo una revisión del estado del arte y las futuras perspectivas del uso de óxidos de Mo en dichas aplicaciones, prestando especial atención a la conexión morfología - estructura - composición y su relación con las posibles prestaciones de estos materiales en las aplicaciones detalladas en el siguiente epígrafe.

**METODOLOGÍA:** El trabajo se basa en una revisión bibliográfica detallada orientada a diferenciar los materiales pertenecientes a esta familia, incluyendo sus *composites* con compuestos de carbono (grafeno, óxido de grafeno) que mejores prestaciones presentan o pueden presentar en un futuro en los siguientes campos:

- Baterías de ion Li y baterías de Na
- Supercondensadores
- Células solares
- Fotocatálisis heterogénea
- Purificación de agua y acción bactericida

No obstante, en función del desarrollo del trabajo y el interés del alumno, existe la posibilidad de realizar alguna medida experimental relacionada con el mismo.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

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

[2] X. Hu, W. Zhang, X. Liu, Y. Mei, and Y. Huang, *Chem. Soc. Rev.* **44**, 2376 (2015).



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Heterouniones de óxidos semiconductores para aplicaciones en fotocatalisis.	
<b>TITLE:</b>	Semiconductor oxide heterojunctions for applications in photocatalysis.	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Carlos Díaz-Guerra Viejo	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** El desarrollo de heterouniones de semiconductores es una estrategia muy prometedora para solventar problemas relacionados con la absorción limitada de luz visible y la alta velocidad de recombinación en semiconductores con potenciales aplicaciones en fotocatalisis. El objetivo del trabajo es llevar a cabo una revisión del estado del arte de los materiales utilizados en dichas heterouniones y sus prestaciones para aplicaciones en fotocatalisis, relacionado éstas con la morfología composición y estructura.

**METODOLOGÍA:** El trabajo se basa en una revisión bibliográfica de los progresos recientes en el diseño y fabricación de distintos tipos de heterouniones (semiconductor – semiconductor, semiconductor – metal, semiconductor – grafeno, etc.) y sus propiedades fotocatalíticas en relación a aplicaciones como:

- Degradación de contaminantes en agua y aire
- Generación de hidrógeno
- Desinfección

No obstante, en función del desarrollo del trabajo y el interés del alumno, existe la posibilidad de realizar alguna medida experimental relacionada con el mismo.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- [1] Quanlong Xu, Liuyang Zhang, Jiaguo Yu, Swelm Wageh, Ahmed A. Al-Ghamdi, Mietek Jaroniec, *Materials Today* **21**, 1042 (2018).
- [2] Huanli Wang, Lisha Zhang, Zhigang Chen, Junqing Hu, Shijie Li, Zhaohui Wang, Jianshe Liu and Xinchun Wang, *Chem. Soc. Rev.* **43**, 5234 (2014).



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Óxidos semiconductores para el siglo XXI
<b>TITLE:</b>	Semiconductor oxides for the XXI <sup>st</sup> century
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Paloma Fernández Sánchez
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Los óxidos semiconductores están recibiendo un interés creciente a partir de sus posibles aplicaciones en aspectos destacados entre los objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) establecidos por la ONU. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre estas perspectivas actuales de los óxidos semiconductores, y sus posibles aplicaciones en el campo de la energía y la remediación ambiental.

### METODOLOGÍA:

Se realizará un análisis preliminar del papel de los óxidos semiconductores en relación con los ODS establecidos por la ONU. A continuación se estudiará el potencial real en algunas aplicaciones seleccionadas. Dependiendo de la marcha del trabajo, se planteará la posibilidad de complementarlo con alguna medida experimental relacionadas con aspectos como el sensado de gases o el almacenamiento de energía.

### BIBLIOGRAFÍA:

Xinge Yu et al, Nature Materials (2016) Vol. 15 (4), 383-396  
Ananya Dey et al, Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology, (2018) Vol. 229, 206-217



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Materiales para aplicaciones biomédicas
<b>TITLE:</b>	Materials for biomedical applications
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Paloma Fernández Sánchez
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre las perspectivas actuales de los materiales para usos en aplicaciones biomédicas.

### METODOLOGÍA:

Se realizará un análisis de las necesidades, desde el punto de vista de los materiales, en las principales aplicaciones actuales: prótesis, ingeniería tisular, diagnosis y teragnosis poco invasiva...

Se completará el estudio con un análisis de las tendencias en el campo a partir de los proyectos del programa H2020

### BIBLIOGRAFÍA:

Langer and Tirrell, NATURE | VOL 428 | 1 APRIL 2004

Scholz et al, Composites Science and Technology 71 (2011) 1791-1803



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Nano-dispositivos de tipo Unión Túnel para aplicaciones en Espintrónica
<b>TITLE:</b>	Magnetic Tunnel Junctions for Spintronics applications
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Miguel Romera
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** Aprender los conceptos básicos de Espintrónica.

Realizar medidas experimentales: Invertir la imanación de un nano-imán aplicando corriente en lugar de campo magnético (transferencia de espín). Medir el efecto de magnetorresistencia túnel (transporte de espín).

Entrar en contacto con las técnicas de nano-fabricación de uniones túnel magnéticas (visita Sala Blanca).

**METODOLOGÍA:**

-Estudio bibliográfico para comprender los conceptos básicos de Espintrónica: corrientes polarizadas de espín, magnetorresistencia, uniones túnel y efecto de transferencia de espín.

-Medidas experimentales de uniones túnel magnéticas: inversión de imanación con corriente por transferencia de espín y efecto de magnetorresistencia túnel.

-Visita a Sala blanca para conocer las técnicas de nano-fabricación y depósito de materiales utilizadas para fabricar uniones túnel magnéticas. Estos dispositivos juegan un papel clave en la industria de cabezas lectoras y discos duros magnéticos, entre otras aplicaciones.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1- "Magnetoresistance and spin electronics", A. Barthélémy et al., *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 242-245, **68-76** (2002).  
[https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(01\)01193-3](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(01)01193-3)

2- "Spin-polarized current induced switching in Co/Cu/Co pillars", J. Grollier et al. *Applied Physics Letters* **78**, 3663 (2001). <https://doi.org/10.1063/1.1374230>

3- "Giant Magnetoresistance of (001)Fe/(001)Cr Magnetic Superlattices", M.N. Baibich et al. *Physical Review Letters* 2472, **61** (1988).

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.61.2472>



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Fototermia magnética: Estudio de efecto térmico en nanopartículas de $\text{Fe}_3\text{O}_4$ sometidas a láser infrarrojo.
<b>TITLE:</b>	Magnetic photothermia: Study of thermal effect in $\text{Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticles subjected to infrared laser.
<b>SUPERVISORES:</b>	P de la Presa (FM) / R Weigand (OPT)
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** La terapia fototérmica (PTT) es una modalidad de vanguardia para el tratamiento térmico del cáncer y en la que se utilizan coloides de Au. Recientemente, se ha reportado que los coloides de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  sometidos a un láser infrarrojo son capaces de generar energía térmica con una eficiencia de hasta 200 W/g. Aún no está claro el origen de esta energía obtenida en coloides de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . El objetivo de este trabajo es explorar la eficiencia de calentamiento de coloides de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  de distintos tamaños y concentraciones para realizar la caracterización de las muestras.

### **METODOLOGÍA:**

El trabajo incluye tanto revisión de literatura de trabajos previos relacionados como desarrollo de medidas experimentales de nanopartículas magnéticas sometidas a un láser de 800 nm. Los aspectos específicos se discutirán y decidirán entre supervisor y estudiante. El trabajo se realizará en el IMA (Instituto de Magnetismo Aplicado de la UCM) y en el Laboratorio de Femtosegundos del Departamento de Óptica.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- 1) García-Ovejero et al, "Hybrid nanoparticles for magnetic and plasmonic hyperthermia", PCCP 20, 24065 (2018)
- 2) Espinosa et al., "Magnetic (Hyper)Thermia or Photothermia? Progressive Comparison of Iron Oxide and Gold Nanoparticles Heating in Water, in Cells, and in Vivo", Adv. Funct. Mater 28, 1803660 (2018)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Materiales magnéticos para aplicaciones en energía
<b>TITLE:</b>	Magnetic materials for energy applications
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Rocío Ranchal Sánchez
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	3
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo general de este TFG es obtener conocimientos sobre materiales magnéticos con el enfoque puesto en aplicaciones para la energía. Se pretende alcanzar un conocimiento profundo tanto a nivel de materiales (procesos de crecimiento, o reciclado e implicaciones medio-ambientales), como de aplicaciones.

### METODOLOGÍA:

Al inicio del trabajo se realizará un estudio bibliográfico para obtener una visión general de las aplicaciones en energía en las que se pueden encontrar materiales magnéticos. En la segunda etapa del trabajo se pasará a un estudio más detallado de las aplicaciones de materiales concretos: i) imanes permanentes, ii) materiales magnéticos blandos, iii) materiales magnetostrictivos y magnetoeléctricos. Cada uno de estos tres tipos de sistemas dará lugar a un TFG diferente.

La metodología de este trabajo es principalmente la búsqueda bibliográfica. Aparte de la bibliografía general, será necesario buscar y consultar artículos adicionales. Sin embargo, a la vista de los resultados intermedios, se podrá desarrollar trabajo experimental relacionado con cada trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Introduction to Magnetic Materials, 2nd Edition. B. D. Cullity, C. D. Graham. Cambridge University Press (2008).
- Physics of Ferromagnetism. S. Chikazumi, C. D. Graham. Oxford (1997).



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Microcavidades ópticas en estructuras semiconductoras alargadas	
<b>TITLE:</b>	Optical microcavities in elongated semiconductor microstructures	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Javier Bartolomé Vílchez	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Entender el fenómeno de confinamiento óptico en el interior de microcavidades semiconductoras alargadas, así como los distintos tipos de modos resonantes a los que pueden dar lugar, incluyendo modos de Fabry-Pérot, “whispering gallery” o de cristales fotónicos. Se estudiarán las aplicaciones más relevantes de dichas estructuras dentro del campo de los sensores, o la optoelectrónica.

#### METODOLOGÍA:

El trabajo consistirá fundamentalmente en una revisión bibliográfica de los avances más recientes en el campo de las cavidades ópticas en materiales semiconductores, con un fuerte enfoque en sus aplicaciones dentro de los campos mencionados. El trabajo se dividirá en las siguientes secciones:

- Estudio del fenómeno físico de resonancia óptica para cada uno de los tres modos indicados.
- Revisión de los materiales y estructuras empleadas actualmente para la generación de dichos modos.
- Descripción de las aplicaciones más importantes así como de los parámetros físicos más relevantes para evaluar la calidad de distintas cavidades ópticas.

En función de la marcha del trabajo, éste se complementará con la inclusión de una parte experimental en la cual se estudiará la formación de resonancias ópticas en distintos tipos de estructuras semiconductoras.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- [1] M. Alonso-Orts, E. Nogales, J. M. San Juan, M. L. Nó, J. Piqueras, B. Méndez, *Phys. Rev. Applied* **9**, 064004 (2018).  
[2] J. Bartolome, A. Cremades, J. Piqueras, *J. Mater. Chem. C*, **1**, 6790-6799 (2013).



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Superfluidez exótica en dos dimensiones.
<b>TITLE:</b>	Exotic quantum systems in two dimensions.
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Charles Creffield - Fernando Sols
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Se trata de familiarizar al alumno/a con los conceptos básicos de condensación de Bose-Einstein en una red óptica. Cuando la energía de salto (*hopping*) entre pozos varía rápidamente con promedio cero, solo es posible el salto de parejas de bosones o de un bosón a segundos vecinos. En una dimensión el resultado es que los átomos se mueven colectivamente en direcciones opuestas de forma simultánea, formando un “estado de gato de Schrödinger”. Se estudiará este fenómeno y la posibilidad de generalizarlo a dos dimensiones. El alumno/a aprenderá conceptos y técnicas de teoría cuántica de muchos cuerpos, así como métodos numéricos para la resolución aproximada del problema de bosones con interacciones.

### METODOLOGÍA:

Se realizará un cálculo analítico para entender cómo es la dinámica efectiva de bosones sometidos a variaciones rápidas de la energía cinética. Para dos dimensiones, el trabajo será numérico. Se diagonalizará el Hamiltoniano para un sistema pequeño pero con suficiente estructura y se analizarán las propiedades del estado fundamental. El trabajo será numérico pero incluirá algunos desarrollos analíticos.

### BIBLIOGRAFÍA:

A J Leggett, *Quantum Liquids* (Oxford University Press, Oxford, 2006).  
G Pieplow , F Sols, C E Creffield, *Generation of atypical hopping and interactions by kinetic driving*, New J. Phys. 20 (2018) 073045.



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Interacciones en grafeno
<b>TITLE:</b>	Interactions in graphene
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Fernando Sols
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Se trata de familiarizar al alumno/a con los conceptos básicos de la física de electrones en grafeno, principal materia bidimensional, como ejemplo representativo del problema de muchos cuerpos en sistemas fermiónicos. El *scattering* mutuo de dos electrones aislados en grafeno tiene una resonancia específica tipo Feshbach que solo ocurre en grafeno o materiales similares. Se estudiará dicha resonancia y la posibilidad de que sobreviva en presencia de otros electrones (mar de Fermi lleno). También se estudiará la interacción de electrones en grafeno en presencia de un sustrato piezoeléctrico.

#### METODOLOGÍA:

Se utilizarán técnicas de la teoría cuántica de muchos cuerpos aplicadas a sistemas fermiónicos en dos dimensiones. En particular se verá cómo la resolución de la ecuación de Bethe-Salpeter puede arrojar luz sobre las colisiones entre dos electrones en presencia de la red del grafeno y de un mar de Fermi. Para el caso de electrones en grafeno sobre un sustrato, se utilizará la teoría del apantallamiento dinámico. El trabajo incluirá desarrollos analíticos que serán la base de algunos cálculos numéricos.

#### BIBLIOGRAFÍA:

A L Fetter, J D Walecka, *Quantum theory of many-particle systems* (McGraw-Hill, New York, 1971).

C Gaul, F Domínguez-Adame, F Sols, I Zapata, *Feshbach-type resonances for two-particle scattering in graphene*, Phys. Rev. B 89, 045420 (2014).

D G González, I Zapata, J Schiefele, F Sols, F Guinea, *Many-body effects in doped graphene on a piezoelectric substrate*, Phys. Rev. B 96, 125119 (2017).



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Radiación Hawking en gases cuánticos
<b>TITLE:</b>	Hawking radiation in quantum gases
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Fernando Sols
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Se trata de familiarizar al alumno/a con los conceptos básicos de condensación de Bose-Einstein en gases diluidos, llegando hasta el concepto de cuasipartícula de Bogoliubov. Se estudiará el scattering de cuasipartículas en un horizonte de sucesos (agujero negro sónico) y la emisión espontánea de radiación de Hawking. Se profundizará en la violación de desigualdades clásicas como criterio para identificar el carácter cuántico de dicha radiación. También estudiaremos qué condiciones debe cumplir el agujero negro sónico para que la radiación de Hawking sea térmica.

### METODOLOGÍA:

La teoría de Bogoliubov es la primera corrección a la teoría de campo medio (Gross-Pitaevskii) para un condensado de átomos bosónicos. Se resolverán las ecuaciones de Bogoliubov para un condensado que atraviesa una interfase sónico-subsonico (horizontes de sucesos sónico). Aplicando técnicas de empalme de la función de onda en la interfase, se calcula el espectro de la radiación Hawking. El trabajo será numérico pero, en los casos más simples, se pueden obtener resultados analíticos.

### BIBLIOGRAFÍA:

A J Leggett, *Quantum Liquids* (Oxford University Press, Oxford, 2006).  
J R M de Nova, F Sols, I Zapata, *Entanglement and violation of classical inequalities in the Hawking radiation of flowing atom condensates*, New J. Phys. 17, 105003 (2015)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Superficies multifuncionales con inhibidores de la corrosión respetuosos con el medio ambiente para aleaciones ligeras de Mg-Al.
<b>TITLE:</b>	Multifunctional surfaces with environmentally friendly corrosion inhibitors on light Mg-Al alloys.
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Noemí Carmona
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Este trabajo de fin de grado se centra en el diseño y preparación de recubrimientos con inhibidores de la corrosión que sean respetuosos con el medio ambiente sobre aleaciones de Mg-Al para aplicaciones en transporte sostenible y energía renovable.

#### METODOLOGÍA:

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica. Posteriormente, se diseñarán y prepararán recubrimientos híbridos con inhibidores que serán aplicados en aleaciones ligeras de Mg-Al. Finalmente, se evaluará la resistencia a la corrosión de las superficies preparadas.

#### BIBLIOGRAFÍA:

D.J. Carbonell, A. García-Casas, J. Izquierdo, R.M. Souto, J.C. Galván, A. Jiménez-Morales, Scanning electrochemical microscopy characterization of sol-gel coatings applied on AA2024-T3 substrate for corrosion protection, Corrosion Science 111, 1 (2016) 625-636.

I. Aldama, V. Barranco, M. Kunowsky, J. Ibañez, J.M. Rojo, Contribution of Cations and Anions of Aqueous Electrolytes to the Charge Stored at the Electric Electrolyte/Electrode Interface of Carbon-Based Supercapacitors, Journal of Physical Chemistry C 121-22, 8 (2017) 12053-12062.



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Recubrimientos con propiedades anfifóbicas
<b>TITLE:</b>	Amphiphobic coatings
<b>SUPERVISORES:</b>	Óscar Rodríguez de la Fuente y Noemí Carmona Tejero
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Este trabajo de fin de grado se centra en el estudio de materiales multifuncionales con propiedades oleo- e hidrofóbicas.

### METODOLOGÍA:

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica; Posteriormente se diseñarán y prepararán varias superficies nano- y micro-estructuradas que presenten poca afinidad a las moléculas de agua y a disolventes orgánicos; Se realizará una caracterización general de las superficies, centrándose en las medidas de ángulo de contacto y energía superficial. Finalmente, se realizará una valoración final de los resultados comparándolos con los de la bibliografía.

### BIBLIOGRAFÍA:

F. Veronesi, G. Boveri, M. Raimondo, Amphiphobic Nanostructured Coatings for Industrial Applications, Materials 12(5) (2019) 787, DOI: 10.3390/ma12050787.

Y.-C. Sheen, Y.-C. Huang, C.-S. Liao, H.-Y. Chou, F.-C. Chang, New approach to fabricate an extremely super-amphiphobic surface based on fluorinated silica nanoparticles, Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics 46(18) (2008) 1984-1990.



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Activación de superficies con plasma
<b>TITLE:</b>	Activation of surfaces with plasma
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Óscar Rodríguez de la Fuente
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:**

En este trabajo se estudiarán los cambios en la energía superficial de distintos materiales mediante tratamientos con plasma en un horno de microondas.

**METODOLOGÍA:**

Una vez seleccionados los materiales a estudiar, se tratará de entender cómo pueden ser modificados para aumentar al máximo su energía superficial. Para ello se probarán diversos gases para crear el plasma (argon, oxígeno, agua...), así como diferentes potencias y tiempos. La medida de la energía superficial se hará con un aparato de medida de ángulo de contacto, usando diferentes líquidos.

**BIBLIOGRAFÍA:**



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Nanomateriales de semiconductores de gap ancho para foto-detectores de luz ultravioleta
<b>TITLE:</b>	Wide bandgap semiconductor nanomaterials for ultraviolet photodetectors
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Pedro Hidalgo Alcalde
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

- Estudio de la interacción luz-materia en semiconductores de gap ancho.
- Estudio del estado del arte de los fotodetectores de luz ultravioleta.
- Estudiar la incorporación de nanomateriales en fotodetectores.

#### METODOLOGÍA:

Los semiconductores de gap ancho, y en particular, los óxidos semiconductores son materiales muy interesantes por sus aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos que operen hasta el ultravioleta. En este trabajo se hará una revisión bibliográfica del estado del arte de los fotodetectores de UV y de los materiales que se utilizan. Se revisarán los parámetros y factores que afectan al funcionamiento de los mismos. Por último, se estudiará la influencia de la incorporación de nanomateriales de tipo nanohilo o nanopartículas en las prestaciones de los mismos.

Durante el cuatrimestre, si el estudiante lo desea, se puede realizar una visita al laboratorio donde el grupo trabaja en este tema.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- I. López et al. J. Phys. D: Appl. Phys. 47, 415101 (2014)
- H. Chen, et al. Materials Today, 18, 493 (2015).
- X. Zhou et al. Advanced Functional Materials, 26, 704 (2016).



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Control de magnetismo por luz
<b>TITLE:</b>	Light controlled magnetism
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Norbert M. Nemes
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** La mayoría de la información digital actual está codificada en la magnetización de los dominios ferromagnéticos. La demanda por almacenamiento eficiente del consumo de energía requiere investigación de la manipulación de magnetismo en escalas de tamaño cada vez más pequeñas. La escritura de un bit se logra generalmente al rotar la magnetización de los dominios magnéticos con campos magnéticos. Un enfoque alternativo es cambiar el estado magnético directamente actuando sobre la interacción entre los momentos magnéticos. Los óxidos correlacionados son materiales ideales para esto porque los efectos de un pequeño parámetro de control externo son amplificados por las correlaciones electrónicas. En este TFG se analizará un método radicalmente nuevo basado en la modificación reversible de ferromagnetismo por luz a temperatura ambiente utilizando heteroestructuras de perovskitas de óxido y haluro-orgánico. Los portadores de carga fotoinducidos de la perovskita fotovoltaica  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  dopan eficientemente óxidos correlacionados como  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  y funden el estado ferromagnético, lo que permite una rápida reescritura de la broca magnética.

**METODOLOGÍA:** Se empleará metodologías de desarrollo electrónico de instrumentación y medidas de magnetismo basadas en la ley de Faraday, sincronizando la excitación de luz con la detección de voltajes inducidos por el cambio magnético. Se estudiará matrices compuestas de perovskitas organicas-inorganicas (eg.  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ , también investigado muy activamente como fotovoltaico) y perovskitas oxidas correlacionadas.

**BIBLIOGRAFÍA:** Náfrádi, B. *et al.* Optically Switched Magnetism in Photovoltaic Perovskite  $\text{CH}_3\text{NH}_3(\text{Mn:Pb})\text{I}_3$ . *Nature Communications* **7**, 13406, doi:10.1038/ncomms13406 (2016).



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Estudio de estados electrónicos de defectos en semiconductores de gap ancho
<b>TITLE:</b>	Study of defect electronic states in wide bandgap semiconductors
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Ruth Martínez Casado/ Bianchi Méndez
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	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 "Física de nanomateriales electrónicos" del Departamento.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- CRYSTAL14: A Program for the Ab Initio Investigation of Crystalline Solids, Int. J. Quantum Chem. 114, 1287 (2014).
- R. Martínez-Casado et al. Frontiers in Chemistry, 7, 220 (2019)
- R. Martínez-Casado et al. Phys. Chem. Chem. Phys. 16, 21106 (2014)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES	
<b>TÍTULO:</b>	FOTOEMISION RESUELTA EN SPIN	
<b>TITLE:</b>	SPIN-RESOLVED PHOTOEMISSION	
<b>SUPERVISORES:</b>	A. MASCARAQUE / L. PEREZ	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Comprender la relevancia de la estructura electrónica a la hora de determinar gran parte de las propiedades características del sólido, tales como la conductividad o la absorción óptica., así como para comprender el funcionamiento de numerosos dispositivos (transistores, células solares, nanodispositivos, etc).

Adquirir los conocimientos básicos sobre la determinación experimental de la estructura de bandas resuelta en spin a partir de los datos obtenidos mediante la técnica de Fotoemisión con resolución en espín.

Comprender la implicación de la estructura de bandas en las propiedades magnéticas.

### METODOLOGÍA:

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

### BIBLIOGRAFÍA:

*Angle-resolved photoemission as a tool for the study of surfaces*  
Advances in Chem. Phys, vol. 49 (1982)  
E.W. Plummer and W. Eberhardt



*Angle-resolved measurements of the photoemission of electrons in the study of solids.*

Advances in Physics, vol 32, pp. 1 (1983)

B.J. Himpfel

*Science and Technology of Nanostructured Magnetic Materials*

Editors George C. Hadjipanayis Gary A. Prinz

Book: NATO ASI Series book series (NSSB, volume 259)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES	
<b>TÍTULO:</b>	MIDIENDO LA ESTRUCTURA DE BANDAS: FOTOEMISION RESUELTA EN ÁNGULO DE ALTA RESOLUCION	
<b>TITLE:</b>	MEASURING THE ELECTRONIC STRUCTURE: HIGH RESOLUTION ANGLE-RESOLVED PHOTOEMISSION	
<b>SUPERVISORES:</b>	A. MASCARAQUE	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Comprender la relevancia de la estructura electrónica a la hora de determinar gran parte de las propiedades características del sólido, tales como la conductividad o la absorción óptica, así como para comprender el funcionamiento de numerosos dispositivos (transistores, células solares, nanodispositivos, etc).

Adquirir los conocimientos básicos sobre la determinación experimental de la estructura electrónica de un cristal a partir de datos de fotoemisión resuelta en ángulo de alta resolución.

Adquirir los conocimientos básicos necesarios sobre los diferentes modelos teóricos del proceso de fotoemisión.

### METODOLOGÍA:

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

### BIBLIOGRAFÍA:

*Angle-resolved photoemission as a tool for the study of surfaces*



Advances in Chem. Phys, vol. 49 (1982)  
E.W. Plummer and W. Eberhardt



*Angle-resolved measurements of the photoemission of electrons in the study of solids.*

Advances in Physics, vol 32, pp. 1 (1983)

B.J. Himpsel

*Visualizing electronic structures of quantum materials by angle-resolved photoemission spectroscopy*

Nature Reviews Materials, vol 3, pp. 341-353 (2018)

Haifeng Yang et al

*A brief update of angle-resolved photoemission spectroscopy on a correlated electron system*

J. Phys.: Condens. Matter, vol 21, pp. 164217 (2009)

WS Lee et al



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES	
<b>TÍTULO:</b>	SKYRMIONES	
<b>TITLE:</b>	SKYRMIONS	
<b>SUPERVISORES:</b>	A. MASCARAQUE	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Comprender las condiciones en las que se favorece un ordenamiento no-colineal de los momentos magnéticos en materiales magnéticos.

Comprender la interacción de Dzyaloshinskii-Moriya y su papel en la estabilización de estructuras magnéticas (paredes de dominio, skyrmiones) de quiralidad bien definida.

Clasificar los diferentes tipos de skyrmiones que pueden encontrarse en la naturaleza. Comprender porque estas estructuras poseen protección topológica.

Adquirir los conocimientos necesarios sobre las posibles utilidades de los skyrmiones en el diseño de dispositivos eficientes de almacenamiento magnético de información.

### METODOLOGÍA:

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

### BIBLIOGRAFÍA:

Magnetic skyrmions: advances in physics and potential applications



Albert Fert, Nicolas Reyren and Vincent Cros  
Nature reviews materials, vol. 2, 17031 (2017)



Skymions and the Dzyaloshinskii-Moriya Interaction  
Master Thesis, Bram van Dijk (2014)

Skymions in magnetic multilayers  
Wanjun Jiang, Gong Chen et al  
Physics Reports, vol 704, pp 1-50 (2017)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Crecimiento y caracterización de películas delgadas de ITO para su aplicación en uniones túnel multiferroicas
<b>TITLE:</b>	Growth and characterization of ITO thin films for application in multiferroic tunnel junctions
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Alberto Rivera Calzada
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Se propone optimizar la fabricación y realizar una caracterización detallada de muestras de películas delgadas de 50-200 nm del conductor transparente óxido de indio y estaño,  $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  (ITO), para su aplicación como electrodo superior en uniones túnel ferromagnéticas y ferroeléctricas, con electrodo inferior de  $\text{La}_{0.3}\text{Sr}_{0.7}\text{MnO}_3$  y barrera de  $\text{BaTiO}_3$

#### METODOLOGÍA:

Para la realización de este trabajo experimental hace falta desarrollar las siguientes tareas:

- Instalar el blanco de ITO en un sistema de sputtering con magnetrón.
- Fabricar muestras con varios tiempos de crecimiento para conseguir una buena calibración de espesores de 50-200 nm, que se determinarán mediante AFM, y reflectividad y difracción de rayos X.
- Realizar una caracterización del transporte electrónico de las películas delgadas de ITO, midiendo la variación de la resistencia en función de la temperatura.
- Caracterizar la respuesta óptica del material, midiendo la transmitancia para diferentes longitudes de onda hasta el UV.
- Optimizar las condiciones de crecimiento para tener la mínima resistencia y la máxima transmitancia para la energía de la barrera túnel, que corresponde al UV.
- Comprobar la integración de la capa de ITO en la fabricación de la unión túnel completa mediante medidas de magnetotransporte, I-V y R-H, y medidas del estado resistivo frente al voltaje de escritura, comprobando el comportamiento memristor del dispositivo.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- G. Sanchez-Santolino et al., Nature Nanotechnology **12**, 655 (2017)
- J. Tornos et al., Phys. Rev. Lett. **122**, 037601(2019)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	“Floquet engineering” de aislantes topológicos
<b>TITLE:</b>	Floquet engineering of topological insulators
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Charles Creffield
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** “Floquet engineering” consiste en la aplicación de un potencial que oscila muy rápidamente a un sistema cuántico, de manera que en escalas de tiempo largas un modelo efectivo estático aparece. Las propiedades de este modelo pueden estar bien controladas por los parámetros del potencial (su amplitud y frecuencia). Esta técnica se ha convertido en una herramienta importante en la producción de estados cuánticos exóticos. El alumno estudiará cómo producir campos de gauge sintéticos para simular la física de efecto de Hall cuántico, y después pasará a realizar y manipular modelos unidimensionales de aislantes topológicos.

**METODOLOGÍA:** El alumno se familiarizará con los conceptos básicos de la teoría de Floquet y adquirirá las herramientas teóricas para analizar sistemas de este tipo. El/ella aprenderá como simular sistemas cuánticos interactuantes con dependencias temporales, utilizando una combinación de cálculo simbólico (Mathematica o Matlab) y programación científica en python y fortran.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

“A Short Course on Topological Insulators”, János Asbóth, Springer Lecture Notes in Physics (2016).

“Artificial gauge potentials for neutral atoms”, Jean Dalibard, Fabrice Gerbier, Gediminas Juzeliūnas, and Patrik Öhberg, Rev. Mod. Phys. 83, (2011).

“Atomic quantum gases in periodically driven optical lattices”, André Eckardt, Rev. Mod. Phys. 89, 011004 (2017).



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Magnetismo en nanohilos cilíndricos
<b>TITLE:</b>	Magnetism in nanowires
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Lucas Pérez García
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

- Entender los distintos términos energéticos que dan lugar a la formación de dominios magnéticos en nanohilos.
- Entender la física asociada al movimiento de paredes magnéticas en nanohilos con corriente: transferencia de momento de espín y campo de Oersted

### METODOLOGÍA:

Una de las propuestas más interesantes dentro del campo de la espintrónica, para el almacenamiento magnético de información, consiste en la utilización de dominios magnéticos en nanohilos como *bits* de información (memoria *race-track*). Trabajos muy recientes muestran que los nanohilos magnéticos cilíndricos pueden resolver alguno de los problemas (físicos y tecnológicos) que impiden el desarrollo de este tipo de memorias. En este trabajo pretendemos revisar alguno de los resultados más recientes en el tema.

Para ello será necesario comenzar expandiendo los conocimientos de magnetismo estudiados en Física del Estado Sólido al análisis de nanosistemas, así como la Física que hay detrás de la memoria *race-track* para terminar estudiando el magnetismo en nanosistemas cilíndricos y su control mediante corrientes eléctricas.

### BIBLIOGRAFÍA:

- J. M. D. Coey. Magnetism and Magnetic Materials. Cambridge University Press.
- A. Hubert y R. Schäfer. Magnetic Domains: the Analysis of Magnetic Microstructure. Springer.
- S. S. P. Parkin. Data in the fast lanes of race-track memories. Scientific American. June 2009, 76.
- M. Stano y O. Fruchart. Magnetic nanowires and nanotubes. arXiv:1808.04656



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Sistemas para la detección de campos magnéticos neurales
<b>TITLE:</b>	Systems for the detection of neural magnetic fields
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Lucas Pérez García
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

- Realizar una revisión de los distintos sistemas publicados para la detección de campos neurales.
- Entender los principios físicos que hay detrás de los distintos sistemas propuestos: magnetometría SQUID, magnetorresistencia, efecto Faraday...

### METODOLOGÍA:

El trabajo tendrá dos partes:

- Revisión bibliográfica de los distintos sistemas, comerciales y en desarrollo, que se utilizan para la detección de campos neurales, tanto in-vitro como in-vivo.
- Descripción breve, utilizando los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas del Grado (fundamentalmente Electromagnetismo, Óptica y Física del Estado Sólido) de los distintos conceptos físicos utilizados para la medida de estos campos.

A lo largo del trabajo, si el estudiante lo desea, se puede realizar una visita a un laboratorio donde se realizan este tipo de medidas.

### BIBLIOGRAFÍA:

- J. M. D. Coey. Magnetism and Magnetic Materials. Cambridge University Press.
- M. Proudfoot et al. Magnetoencephalography. Pract Neurol 14 (2014) 336
- Elena Boto et al. Moving magnetoencephalography towards real-world applications with a wearable system. Nature 255 (2018) 657
- L. Caruso et al. In Vivo Magnetic Recording of Neuronal Activity. Neuron 95 (2017) 1283



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Efecto Hall de Espín
<b>TITLE:</b>	Spin Hall Effect
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Lucas Pérez García
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

- Entender la física del efecto Hall de espín y su papel fundamental en el desarrollo de la espintrónica.
- Entender la diferencia entre el efecto Hall de espín intrínseco y extrínseco.
- Describir alguno de los sistemas experimentales utilizados para la medida del efecto Hall de espín.

### METODOLOGÍA:

La generación, manipulación y detección de corrientes de espín es uno de los aspectos clave del campo de la espintrónica. Entre las diversas posibilidades para crear y controlar las corrientes de espín, el efecto Hall de Espín es una de las más importantes.

Partiendo de los conocimientos adquiridos en la asignatura de Física del Estado Sólido, se estudiará la física que da lugar al efecto Hall de Espín, así como los distintos tipos de materiales que presentan este efecto.

Una vez entendido el efecto, se describirán al menos dos dispositivos de conversión carga/spin, como pueden ser las válvulas de espín laterales, los dispositivos de *spin-pumping* u otros dispositivos que el alumno encuentre en la literatura.

### BIBLIOGRAFÍA:

- J. M. D. Coey. Magnetism and Magnetic Materials. Cambridge University Press.
- S. Maekawa et al (ed.). Spin Currents, Oxford Science Publications.
- J. Sinova et al. Spin Hall Effects. Rev. Mod. Phys. 87 (2015) 12-13



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Transporte electrónico en nanoconstricciones	
<b>TITLE:</b>	Electron Transport in Nanoconstrictions	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Francisco Domínguez-Adame Acosta y Elena Díaz García	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:** Se analizará el transporte electrónico balístico en nanoconstricciones de materiales bidimensionales avanzados. La finalidad es determinar el impacto que tiene el desorden de borde, los defectos puntuales (vacantes) y los adátomos en el transporte de electrones. Asimismo, gracias a este trabajo, el alumno aprenderá algunas de las técnicas utilizadas en física teórica de la materia condensada, en relación con el transporte de electrones. En una primera parte el alumno deberá explorar el estado del arte actual en el área. Posteriormente deberá aprender a utilizar el paquete de programación en Python denominado Kwant (<https://kwant-project.org/>). Por último, implementará los códigos necesarios para simular el transporte electrónico balístico en nanoconstricciones con diversas geometrías y grados de desorden.

**METODOLOGÍA:** La metodología se basa en la realización de cálculo numérico, por lo que se requieren conocimientos básicos de programación a nivel de grado. Se deberá seleccionar el material de partida de acuerdo con los experimentos a analizar (grafeno, siliceno, disulfuro de molibdeno). Se analizará el efecto de los distintos tipos de perfiles que puede presentar la nanoconstricción, con especial atención a la cuantización de la conductancia. El alumno deberá realizar el análisis de los datos y la representación gráfica de los mismos, y aprenderá a redactar una memoria con las principales conclusiones del trabajo llevado a cabo.

### BIBLIOGRAFÍA:

- [1] *Quantized conductance of a suspended graphene nanoconstriction*  
N. Tombros, A. Veligura, J. Junesch, M. H. D. Guimarães, I. J. Vera-Marun, H. T. Jonkman y B. J. van Wees, *Nature Physics* **7**, 697–700 (2011).
- [2] *Quantum nanoconstrictions fabricated by cryo-etching in encapsulated graphene*, V. Clericò, J. A. Delgado-Notario, M. Saiz-Bretín, A. V. Malyshev, Y. M. Meziani, P. Hidalgo, B. Méndez, M. Amado, F. Domínguez-Adame y E. Diez (arxiv:1902.07459).



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	Láminas ultra-delgadas: Caracterización eléctrica de materiales cuánticos		
<b>TITLE:</b>	Ultra-thin layers: Electrical characterization of quantum materials		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Javier Tornos Castillo		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente	<input checked="" type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Caracterización eléctrica (medidas de resistividad frente a campo magnético aplicado y efecto Hall) en láminas magnéticas y con interacción espín-órbita fuerte de espesor nanométrico.

### METODOLOGÍA:

Crecimiento de películas ultra-delgadas por técnica de pulverización (sputtering).

Medidas de magnetorresistencia y efecto Hall.

Análisis y discusión de los resultados experimentales.

### BIBLIOGRAFÍA:

[1] Toward properties on demand in quantum materials. D. N. Basov et al. Nature Materials 16, 1077 (2017)

[2] The physics of quantum materials. B. Keimer et al. Nature Physics 13, 1045 (2017)



# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Estudio de materiales a escala atómica mediante técnicas de microscopía electrónica avanzadas
<b>TITLE:</b>	Study of materials at atomic scale by using advanced electron microscopy techniques
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	David Hernández Maldonado
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Revisión bibliográfica de las últimas tendencias en el estudio de materiales a escala atómica mediante el empleo de técnicas de microscopía electrónica avanzada.

### METODOLOGÍA:

La microscopía electrónica se ha caracterizado por ser históricamente una técnica muy potente para el estudio estructural y composicional con resolución atómica de materiales a partir del análisis de un número relativamente reducido de micrografías. Los recientes avances en los detectores de los microscopios permiten estudiar propiedades hasta hace poco inaccesibles como pueden ser el campo eléctrico y magnético de los materiales a escala atómica de una manera directa. El resultado de esta mejora en los detectores es que la cantidad de datos generados se ha incrementado de una forma extraordinaria, así que para extraer información experimental relevante dentro de esa nube de datos se están aplicando técnicas basadas en *Big Data* e Inteligencia Artificial entre otras. El objetivo de este trabajo es revisar la literatura científica al respecto para identificar cuáles son las principales líneas en las que se está trabajando en la actualidad y analizar qué perspectivas de futuro hay en las técnicas de microscopía electrónica.

### BIBLIOGRAFÍA:

“Sub-Angstrom electric field measurements on a universal detector in a scanning transmission electron microscope” Hachtel *et al.* *Adv Struct Chem Imag* 4:10 (2018)

“Big Data Analytic for Scanning Transmission electron Microscopy Ptychography” S. Jesse *et al.*, *Scientific Reports*, 6:26348 (2016)



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Efecto de proximidad superconductora en interfases manganita-cuprato
<b>TITLE:</b>	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Fabián Andrés Cuéllar Jiménez
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Fabricar dispositivos planares manganita/YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>, estudiar el efecto de proximidad superconductora por medio de medidas de magnetotransporte

#### METODOLOGÍA:

Crecimiento, litografía y ataque de las películas para obtener los dispositivos.  
Caracterización por medio de medidas eléctricas, caracterización por microscopía.  
Análisis de resultados

#### BIBLIOGRAFÍA:

Physical Review Letters 92 (2015) 014519  
Nature Physics 7 (2012) 2318



## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Departamento de Física de Materiales	
<b>TÍTULO:</b>	Cambio resistivo ultra-rápido en uniones túnel ferroeléctricas.	
<b>TITLE:</b>	Ultra-fast resistive switching in ferroelectric tunnel junctions.	
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Víctor Rouco Gómez, Jacobo Santamaría Sánchez-Barriga	
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	5	
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

#### OBJETIVOS:

Este proyecto pretende introducir las principales técnicas avanzadas de caracterización eléctrica de los materiales. Para ello se utilizarán sistemas complejos, tales como uniones túnel ferroeléctricas, de gran interés en el grupo de investigación [1,2]. Dos principales objetivos serán perseguidos durante el transcurso del proyecto con la finalidad de implementar las distintas conclusiones en nuevos sistemas memristivos o de memoria [3]:

- 1) Caracterización del cambio resistivo de la barrera, y de cuáles son los distintos mecanismos que lo producen; introducción a sistemas de RF (radio frecuencia, ~GHz)
- 2) Introducción a la programación LabVIEW orientada a la monitorización de sistemas electrónicos.

#### METODOLOGÍA:

El proyecto de índole experimental combina la preparación de uniones túnel mediante el crecimiento de películas delgadas utilizando la técnica de sputtering, así como la caracterización eléctrica mediante fuentes de voltaje/corriente y los respectivos sistemas de medida (pico-amperímetros/nano-voltímetros). El cambio de la barrera túnel se producirá mediante pulsos de voltaje de amplitud ~100ns. Para ello se utilizará cableado de tipo SMA y distintos elementos de RF. También se utilizarán sistemas criogénicos para el estudio de las barreras a diferentes temperaturas. Las diferentes caracterizaciones serán monitorizadas mediante programación LabVIEW cuyo código ha sido preparado por los supervisores.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- [1] G. Sanchez-Santolino et. al. *Resonant electron tunnelling assisted by charged domain walls in multiferroic tunnel junctions* Nature Nanotechnology **12**, 655 (2017)
- [2] J. Tornos ... V.Rouco et. al. *Ferroelectric Control of Interface Spin Filtering in Multiferroic Tunnel Junctions* Physical Review Letters **122**, 037601 (2019)
- [3] V. Garcia and M. Bibes *Ferroelectric tunnel junctions for information storage and processing* Nature communications **5**, 4289 (2014)