



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
TÍTULO:	Fenómenos de transporte en medios porosos
TITLE:	Transport phenomena in porous media
SUPERVISOR/ES:	M. Carmen García Payo
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Un medio poroso es un sistema heterogéneo constituido por una matriz sólida formada por materiales granulares y/o fibrilares, consolidada o no, que encierra un sistema disperso de espacios vacíos, denominados poros, total o parcialmente conectados, que pueden ser ocupados por fluido en sus diferentes estados: gas/vapor, líquido y mezclas bifásicas. En medios porosos se produce el transporte simultáneo de energía, materia y carga debido a diferentes fuerzas motrices dependiendo de la naturaleza físico-química del material. Los mecanismos de transporte dependen de varios factores como la temperatura, la presión, potencial eléctrico y de la estructura del poro (el tamaño de poro del medio y su distribución, la fracción de volumen vacío del medio, etc.). Los modelos de la estructura porosa son fundamentales para predecir las propiedades de transporte en medios porosos.

El objetivo principal del trabajo es que el alumno adquiera conocimientos básicos sobre los parámetros estructurales de los medios porosos y fenómenos de transporte de masa y energía a través de ellos sometidos a diferentes gradientes. Para ello, el alumno deberá familiarizarse, en primer lugar, con el estado actual de la disciplina, con sus bases físicas y con su terminología. El alumno realizará una búsqueda bibliográfica sobre la relación entre las propiedades de transporte y la estructura de poro del material poroso. A continuación, se centrará en una de las siguientes posibilidades que el alumno podrá elegir, tanto teóricas como experimentales:

- Fenómenos de transporte en medios porosos de sistemas monofásicos: flujos de gases y difusión en medios porosos. Permeabilidad líquida en medios porosos.
- Fenómenos de transporte en medios porosos de sistemas bifásicos: transferencia simultánea de masa y energía, equilibrio líquido-vapor.
- Capilaridad en medios porosos: Equilibrio en sistemas trifásicos, modelos de estructura de poro.



- Realización en el laboratorio de una práctica para la caracterización de una red nanofibrosa y estudio del transporte de energía y materia a través de la misma sometida a gradientes de temperaturas.

En todos los casos, el alumno deberá entender el problema y su estado actual. En función de sus intereses, podrá realizar cálculos sencillos que le permitan profundizar en el tema.

METODOLOGÍA:

- Revisión bibliográfica del estado del arte en medios porosos.
- Adquisición de conocimientos fundamentales sobre fenómenos de transporte de energía y materia en medios porosos.
- Posibilidad de realizar el trabajo experimental, caracterizando medios porosos nanoestructurados y/o realizando experimentos de transporte.

BIBLIOGRAFÍA:

- F.A.L. Dullien. "Porous media. Fluid transport and pore structure" 2ª Edición. Academic Press (1992).
- M. Kaviany, "Principles of heat transfer in porous media". 2ª Edición. Springer (1995).
- Y.C. Yortsos, A.K. Stubos, "Phase change in porous media" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 6 (2001) 208-216.
- S. Geiger, K.S. Schmid, Y. Zaretskiy, "Mathematical analysis and numerical simulation of multi-phase multi-component flow in heterogeneous porous media" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 17 (2012) 147-155.
- T. Gambaryan-Roisman, "Liquids on porous layers: wetting, imbibition and transport processes" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 19 (2014) 320-335.

Puesto que una de las partes fundamentales de la metodología que se pretende seguir es la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno estas referencias a modo informativo. Se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Temperatura y su medición	
TITLE:	Temperature and its measurement	
SUPERVISOR/ES:	Francisco J. Franco y M. Carmen García Payo	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La temperatura es una magnitud física intuitiva, por su relación con las sensaciones fisiológicas de frío y caliente, pero difícil de acceder a su medida directa. De hecho, la temperatura está relacionada con la energía media de las moléculas de un cuerpo, por lo que es inaccesible a la observación directa y debe medirse indirectamente por la relación entre la temperatura y otras propiedades físicas de la materia.

El concepto de temperatura se introduce haciendo uso del Principio Cero de la Termodinámica de forma empírica, pero necesitamos el segundo principio de la Termodinámica para definir la temperatura como un factor integrante.

Aunque es posible una definición de la temperatura independiente de la sustancia que constituye el termómetro (escala termodinámica de temperaturas) en la práctica se utiliza la escala internacional de temperaturas, establecida por el Comité Internacional de Pesos y Medidas, cuya última versión es la de 1990 (ITS-90, International Temperature Scale, 1990).

El objetivo de este trabajo es que el alumno adquiera un conocimiento profundo sobre el concepto de temperatura, temperaturas absolutas negativas, tipos de termómetros y consideraciones a la hora de realizar una medida de temperatura con precisión. El alumno podrá elegir realizar el trabajo desde el punto de vista teórico como experimental en alguno de los siguientes temas:

- Temperaturas absolutas negativas
- Tipos de termómetros y condiciones de medida con precisión
- Diseñar y construir un termómetro de bajo coste utilizando un sensor conectado a un Arduino o similar
- Medida de la temperatura próxima al cero absoluto

METODOLOGÍA:

- Revisión bibliográfica del concepto de temperatura y su medición.
- Adquisición de conocimientos fundamentales sobre el principio cero y segundo principio de la termodinámica
- Posibilidad de realizar el trabajo experimental, diseñando un termómetro con un Arduino o similar



BIBLIOGRAFÍA:

- S. Velasco, C. Fernández Pineda, *Sobre la medida de la temperatura* Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, ISSN 1137-2141, 99(2), 2005, 337-353
- T.D. Kieu, *Principle of Unattainability of absolute zero temperature, the Third Law of Thermodynamics, and projective quantum measurements* Physics Letters A, 383, 2019. Article 125848
- G. Machin, B.K. Tsai, Chapter 2 *Temperature Fundamentals* Experimental Methods in the Physical Sciences, 42, 2009, 29-71
- J. Ekin, *Experimental techniques for low-temperature measurements: cryostat design, material properties and superconductor critical-current testing*. 2006. Oxford University Press.
- Pérez García, M.A. *Instrumentación electrónica*. 2014 Madrid: Paraninfo. (<https://ucm.on.worldcat.org/oclc/1026117205>)

Puesto que una de las partes fundamentales de la metodología que se pretende seguir es la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno estas referencias a modo informativo. Se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA	
TÍTULO:	ESTRUCTURAS DISIPATIVAS	
TITLE:	DISSIPATIVE STRUCTURES	
SUPERVISOR/ES:	VICENTA MARÍA BARRAGÁN GARCÍA	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa (1 plaza) <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente (1 plaza) <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Los sistemas no aislados, con posibilidad de intercambio de energía y/o materia con sus alrededores, pueden, si se dan las condiciones adecuadas, exhibir estructuras organizadas en el espacio y/o en el tiempo. Esta organización se origina como consecuencia de la aparición de inestabilidades en sistemas que se encuentran muy alejados del equilibrio por la acción de fuerzas externas. Prigogine acuñó el término de “*estructuras disipativas*” para denominar estas estructuras espacio-temporales, que se observan en sistemas de diferente naturaleza, desde sistemas reactivos, geológicos e incluso en los seres vivos, y que pueden estudiarse en el marco de la termodinámica del no equilibrio.

Los objetivos del trabajo propuesto serían los siguientes:

-Conocer y comprender el concepto de estructura disipativa como forma de auto-organización en sistemas muy alejados del equilibrio, así como el formalismo teórico adecuado para la descripción de este tipo de estructuras.

-Aplicación de lo aprendido al estudio de una estructura disipativa en particular.

METODOLOGÍA:

Búsqueda de información sobre las estructuras disipativas que se presentan en la naturaleza. Se suministrará al alumno la bibliografía inicial que servirá de punto de partida.

Selección, por parte del alumno, de una estructura disipativa sobre la cual se realizará el estudio posterior.



El estudio a realizar podrá enfocarse, a criterio del alumno, desde diferentes puntos de vista, histórico, teórico, práctico, etc.

BIBLIOGRAFÍA:

En principio, la búsqueda de bibliografía forma parte de la metodología propuesta. No obstante, se recomienda consultar la bibliografía de las asignaturas del Grado en Física relacionadas con el tema propuesto, Termodinámica y Termodinámica del no equilibrio.

- R. Haase. Thermodynamics of Irreversible Processes, (Dover, London). 1990.
- Lebon, G., Jou, D., Casas-Vázquez, J. Understanding Non-Equilibrium Thermodynamics: Foundations, Applications, Frontiers. (Springer-Verlag, Berlin). 2008



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA		
TÍTULO:	Modelos estocásticos en ecología de virus y bacterias		
TITLE:	Stochastic models in virus and bacterial ecology		
SUPERVISOR/ES:	Ricardo Brito López, Juan Pedro García Villaluenga		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo es el estudio de problemas relacionados con las poblaciones de bacterias existentes en el ser humano, así como las infecciones ocasionadas por virus. Concretamente, analizamos algunos procesos dinámicos de la microbiota en el pulmón humano y en el intestino, así como afectaciones víricas respiratorias.

Para ello se usarán técnicas de ecología de poblaciones. Es una rama de la ecología que estudia las poblaciones formadas por los organismos de una misma especie desde el punto de vista del tamaño de las poblaciones (número de individuos), la estructura (sexo y edad) y la dinámica (variación en el tiempo).

METODOLOGÍA:

1. El estudiante estudiará la bibliografía sugerida con objeto de familiarizarse con los conceptos básicos de complejidad y ecología de poblaciones, y tipos de interacciones en ecosistemas.
2. Utilización de técnicas de análisis de estabilidad lineal para estudiar el comportamiento dinámico de sistemas complejos relacionados con la microbiota humana y con la propagación de enfermedades.

Se recomienda que el estudiante tenga conocimientos de Álgebra, Cálculo, Termodinámica, Termodinámica del No Equilibrio y Física Estadística. Es preciso que el estudiante posea conocimientos de programación.

BIBLIOGRAFÍA:

1. R.M. May, *Stability and Complexity in Model Ecosystems*, Princeton Univ. Press, 2001
2. K.Z. Coyte, J. Schluter, K.R. Foster, *Science* 350, 663-666, 2015
3. J. D Murray, *Mathematical Biology*, Springer, 2007.

Se proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	El ahorro energético en la sociedad moderna: sistemas, dispositivos y métodos	
TITLE:	Energy saving in modern society: systems, devices and methods	
SUPERVISOR/ES:	CARLOS ARMENTA DÉU	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Identificar los entornos en los que el ahorro energético puede llevarse a cabo con un mayor éxito y con mejor eficiencia

Analizar el impacto que el ahorro energético tiene sobre el balance global de energía y las emisiones al medio ambiente

METODOLOGÍA:

1. Identificar los escenarios donde es viable el ahorro energético
2. Establecer los métodos para un ahorro energético eficiente
3. Asociar a dichos métodos los sistemas y dispositivos actuales
4. Plantear posible métodos, sistemas y dispositivos para el futuro que mejoren la eficiencia y aumenten el ahorro energético
5. Realizar un proceso de simulación sobre un escenario tipo y analizar los resultados
6. Estimar el impacto que el resultado de la simulación tendría sobre el medio ambiente

BIBLIOGRAFÍA:

- A Design and Construction Handbook for Energy-Saving Houses by Alex Wade https://www.goodreads.com/book/show/12260720-a-design-and-construction-handbook-for-energy-saving-houses?from_search=true&from_srp=true&qid=oKVd4C5hML&rank=2
- The Complete Energy Saving Handbook For Homeowners by James Warner Morrison https://www.goodreads.com/book/show/4882825-the-complete-energy-saving-handbook-for-homeowners?from_search=true&from_srp=true&qid=oKVd4C5hML&rank=3



- The Renewable Energy Home Handbook: Insulation & energy saving, Living off-grid, Bio-mass heating, Wind turbines, Solar electric PV generation, Solar water heating, Heat pumps, & more by Lindsay Porter
https://www.goodreads.com/book/show/23435482-the-renewable-energy-home-handbook?from_search=true&from_srp=true&qid=oKVd4C5hML&rank=14
- Saving Energy, Jen Green, Gareth Stevens Publishing LLLP (Google Books)
https://books.google.es/books/about/Saving_Energy.html?id=w2A7O20CqdQC&redir_esc=y
- 2009 Saving Energy Guide. GovAmerica.org
<https://books.google.es/books?id=B2OIRnu4w9cC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Saving+Energy&source=bl&ots=gPKXA0msK4&sig=ACfU3U1Zi02oxd883A2VAYrS73xNsMoeTg&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwixiPC70LXpAhXJ3YUKHbm2A9AQ6AEwD3oECBgQAQ#v=onepage&q=Saving%20Energy&f=false>
- Energy Management Study Guide <https://bookboon.com/premium/books/energy-management-study-guide>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Simulación con Spice de medidas de resistividad con la configuración de van der Pauw	
TITLE:	Spice simulation of resistivity measurements using the van der Pauw set up	
SUPERVISOR/ES:	Álvaro del Prado Millán	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Una técnica habitual en la caracterización de materiales semiconductores es la realización de medidas de resistividad utilizando la configuración de van der Pauw. La teoría del método establece algunas hipótesis ideales relativas a la homogeneidad de las muestras y la geometría de los contactos. En la práctica, se producen efectos no ideales (como falta de homogeneidad de las muestras, resistencia elevada de los contactos, tamaño excesivo de los contactos).

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo de componentes discretos para simular las medidas en la configuración de van der Pauw que permita analizar la influencia de efectos no ideales e interpretar medidas realizadas.

En concreto, los aspectos que se analizarán son los siguientes:

- Estudio del modelo en condiciones ideales y verificación de las ecuaciones conocidas.
- Estudio de la resistencia y el tamaño de los contactos.
- Estudio de inhomogeneidades en el material (como caminos de conducción preferente, o zonas de muy diferente resistividad).



METODOLOGÍA:

El modelo se realizará utilizando el programa de simulación Spice. El modelo básico para una capa será una malla de resistencias.

Se simularán las condiciones de medida de inyección de corriente y se obtendrá la tensión medida en los contactos correspondientes. También se podrá analizar la distribución de potencial.

Los distintos fenómenos no ideales deberán analizarse a partir de los valores concretos de las resistencias empleadas en el modelo.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Semiconductor material and device characterization. Dieter K. Schroder. John Wiley & sons (2006).
2. A method of measuring the resistivity and Hall coefficient on lamellae of arbitrary shape. L. J. van der Pauw. Philips Technical Review, vol. 20, pp. 220-224 (1959).
3. A robust method to determine the contact resistance using the van der Pauw set up. G. González-Díaz, D. Pastor, E. García-Hemme, D. Montero, R. García-Hernansanz, J. Olea, A. del Prado, E. San Andrés, I. Mártil. Measurement 98, pp. 151–158 (2017).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	La Física de las memorias	
TITLE:	Physics of memories	
SUPERVISOR/ES:	Álvaro del Prado Millán, Ignacio Mártel de la Plaza	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El almacenamiento de información y la velocidad para acceder a ella es un aspecto fundamental en el desarrollo del actual universo digital en que vivimos.

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio de los principios y procesos físicos que han permitido desarrollar dispositivos de almacenamiento de información con prestaciones cada vez superiores (en cuanto a capacidad de almacenamiento y acceso a la información).

El trabajo está abierto a distintos posibles planteamientos en función de los intereses del alumno, desde una revisión histórica global hasta centrarse en algún tipo de memoria o tecnología concreta, preferentemente memorias basadas en dispositivos electrónicos, como podrían ser las memorias tipo *flash*.

En cualquier caso, el trabajo debe centrarse en los principios de funcionamiento físico de las memorias, abarcando la escritura, el mantenimiento y la lectura de los datos.

METODOLOGÍA:

Se mantendrá una reunión inicial con los supervisores para concretar el planteamiento del trabajo. (Con este fin se facilita una bibliografía inicial, más divulgativa que técnica).

Una vez fijado el planteamiento, el alumno deberá hacer un trabajo de búsqueda de bibliografía técnica y académica y estudio y comprensión de los principios físicos y



aspectos tecnológicos en el ámbito elegido. Los supervisores guiarán al alumno en esta tarea.

Opcionalmente, en el caso de elegirse un estudio en profundidad de memorias basadas en transistores, la comprensión y explicación del funcionamiento de las memorias puede apoyarse en simulaciones.

Finalmente se redactará la memoria, que será revisada por los supervisores.

BIBLIOGRAFÍA:

Nivel de divulgación (como primera aproximación para concretar el ámbito del trabajo):

1. I. Mártel. "Los orígenes del almacenamiento de la información". Blog: "Un poco de Ciencia, por favor". <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/>
2. Computer History Museum. "Timeline of Computer History". <https://www.computerhistory.org/timeline/memory-storage/>
3. Computer History Museum. "Memory & Storage Exhibition". <https://www.computerhistory.org/revolution/memory-storage/8>

Bibliografía específica para algunos campos concretos:

1. S.M. Kang, Y. Leblebici. "CMOS Digital Integrated Circuits, Analysis and Design". Mc-Graw Hill, 2003.
2. Pierre-Camille Lacaze, Jean-Christophe Lacroix. "Non-volatile Memories". John Wiley & Sons, 2014.
3. Paulo Cappelletti, Carla Golla, Piero Olivo, Enrico Zanoni. "Flash memories". Springer-Science+Business Media, LLC, 1999.
4. Seiichi Aritome. "Nand Flash Memory Technologies". John Wiley & Sons, 2016.

Dependiendo del planteamiento elegido, deberá buscarse bibliografía específica para ese campo o complementarse esta bibliografía como parte del trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Reducción de impacto medio ambiental por captura de CO ₂	
TITLE:	Environmental impact reduction by CO ₂ capture	
SUPERVISOR/ES:	CARLOS ARMENTA DÉU y CRISTINA RINCÓN CAÑIBANO	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Identificar y analizar los distintos mecanismos de captura de CO₂
Evaluar la reducción de emisiones y su impacto sobre el medio ambiente

METODOLOGÍA:

1. Se identificarán los distintos métodos y mecanismos que en la actualidad se están utilizando para la captura de CO₂
2. Se estudiarán posibles métodos alternativos para su desarrollo futuro
3. Se analizarán los sectores donde es viable realizar la captura de CO₂, residencial, comercial o industrial
4. Se determinará la reducción en emisiones de CO₂ a la atmósfera en términos absolutos basándose en simulaciones
5. Se estudiará la modificación en la tendencia de la curva de Keeling a partir de un análisis comparado entre la situación actual y la simulada

BIBLIOGRAFÍA:

- Energy and Environment, Volume 1, Editor(s): Michel André and Zissis Samaras
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119307761>
- Energy and the Environment by Adrian Bejan (Goodreads Author) (Editor), Peter Vadasz (Editor) and Detlev G. Kröger (Editor)
<https://www.goodreads.com/book/show/17604613-energy-and-the-environment>
- CCS Guidelines: Guidelines for Carbon Dioxide Capture, Transport, and Storage by World Resources Institute (Contributor)
https://www.goodreads.com/book/show/21561203-ccs-guidelines?ac=1&from_search=true&qid=LwSeUFMgOI&rank=3



- Carbon Dioxide (Co₂) Capture by M Mercedes Maroto-Valer
https://www.goodreads.com/book/show/23459788-carbon-dioxide-co2-capture?ac=1&from_search=true&qid=LifiMRSYgT&rank=4
- Carbon Dioxide Capture: Processes, Technology and Environmental Implications by Jonathan Albo Sanchez (Contributor)
https://www.goodreads.com/book/show/38509513-carbon-dioxide-capture?ac=1&from_search=true&qid=5t74WDScnG&rank=5
- Pollution Prevention and Control <https://bookboon.com/premium/books/pollution-prevention-and-control-en>
- Energy Management for Pollution Control
<https://bookboon.com/premium/books/energy-management-for-pollution-control#>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA		
TÍTULO:	MICROFLUIDICA PARA MEDICIÓN DE LA IFT		
TITLE:	MICROFLUIDIC FOR IFT MEASUREMENT		
SUPERVISOR/ES:	CRISTINA RINCON CAÑIBANO		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Medida de la Tensión Interfacial (IFT) a temperatura ambiente de dos fases líquidas inmiscibles, siendo una de ellas el agua, y la otra, diferentes componentes puros utilizando una técnica microfluidica.

METODOLOGÍA:

- 1- Revisión bibliográfica estado del arte
- 2- Identificación / Selección Fenómeno Físico
- 3- Fabricación microchips con silicona (PDMS)
- 4- Medición de la IFT con la técnica microfluidica
- 5- Comparación con otras técnicas convencionales

BIBLIOGRAFÍA:

- 1- **Microfluidic approach for rapid multicomponent interfacial tensiometry.** João T. Cabral and Steven D. Hudson. Polymers Division, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899
- 2- **Temperature controlled tensiometry using droplet microfluidics.** Doojin Lee,^a Cifeng Fang, Aniket S. Ravan, Gerald G. Fuller, and Amy Q. Shen. Lab on a Chip 17(4). February 2017. DOI: [10.1039/C6LC01384H](https://doi.org/10.1039/C6LC01384H)
- 3- **White Paper - Microfluidics and microfluidic devices: a review.** Elveflow: microfluidic innovation systems. ElveFlow
- 4- **White Paper - Introduction to lab-on-a-chip: review, history and future.** Elveflow: microfluidic innovation systems. ElveFlow



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Descripción relativista del proceso de dispersión leptón-núcleo	
TITLE:	Relativistic description of the lepton-nucleus scattering	
SUPERVISOR/ES:	José Manuel Udías Moineiro y Raúl González Jiménez	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Comprender los conceptos básicos en los procesos de dispersión de leptones por núcleos. Esto es de gran interés en la actualidad porque ayudará a comprender las propiedades de los neutrinos y sus oscilaciones. Se usará el modelo nuclear del gas de Fermi relativista que, aunque es uno de los más sencillos que existe, es ampliamente usado en la comunidad y proporciona predicciones razonablemente realistas.

METODOLOGÍA:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el proceso de interacción leptón-núcleo en el gas de Fermi relativista: interacción del nucleón libre con electrones, muones y neutrinos, sección eficaz mediada por corrientes cargadas y neutras. Introducción del movimiento de Fermi nuclear.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo en particular para la integración numérica de algunas funciones, o en su caso, las soluciones analíticas de las integrales que aparecen.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación, participación en seminarios del Grupo de Física Nuclear.
4. Desarrollo del tema de estudio.
5. Redacción y revisión del trabajo.
6. Exposición de los trabajos en el Grupo de Física Nuclear.

BIBLIOGRAFÍA:

T. William Donnelly, Joseph A. Formaggio, Barry R. Holstein, Richard G. Milner,



"Foundations of Nuclear and Particle Physics"; Cambridge University Press

Walter Greiner & Joachim Reinhardt, "Quantum Electrodynamics", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

<http://nuclear.fis.ucm.es>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Toda la luz del Universo		
TITLE:	All the light that ever was		
SUPERVISOR/ES:	Alberto Domínguez		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Cada galaxia existente en el cosmos lleva emitiendo luz desde el principio de los tiempos. Estos fotones producen uno de los fondos difusos que llenan el Cosmos conocido como luz de fondo extragaláctica (EBL). Este es el segundo fondo de radiación más energético, después de la radiación cósmica de microondas, y su estudio es esencial para entender la formación de galaxias y la cosmología de nuestro Universo. Además, fotones de muy alta energía que provienen de fuentes extragalácticas, tales como blazars (agujeros negros super-masivos con chorros orientados hacia la Tierra) interaccionan con la EBL. Este efecto hace que la EBL sea interesante para la comunidad de astropartículas, ya que crea una conexión entre astronomía clásica y astrofísica de altas energías.

En este trabajo se repasarán los últimos logros en la investigación de la EBL, y seremos capaces de responder a la cuestión histórica (la cual está relacionada) sobre por qué el cielo nocturno es oscuro, respondiendo así a la paradoja de Olbers.

METODOLOGÍA:

Se trata de un trabajo fundamentalmente bibliográfico.

Se le proporcionará al alumno bibliografía actualizada sobre el fondo de luz extragaláctica, los modelos existentes y los métodos observacionales para estimarlo.

BIBLIOGRAFÍA:

“Toda la luz del Universo”, Domínguez, Primack, & Bell, Investigación y Ciencia, Agosto, 2015

“Extragalactic Background Light Inferred from AEGIS Galaxy SED-type Fractions”, Domínguez et al., (2011), arXiv:1007.1459



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física de las avalanchas		
TITLE:	Avalanche Physics		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las bases del desencadenamiento y la dinámica de las avalanchas de nieve en sus distintas formas (de placa, nieve húmeda)
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el campo del estudio de las avalanchas y de la prevención de sus riesgos.

METODOLOGÍA:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de problemas (avalanchas de placa, avalanchas de nieve húmeda, evaluación del riesgo, mitigación del riesgo)

Este trabajo formativo incluye la interacción con el grupo UCM "Dinámica fuera del Equilibrio" de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de la Orientación de Física Fundamental del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1]. S.P. Pudasaini, K. Hutter, Avalanche Dynamics: Dynamics of Rapid Flows of Dense Granular Avalanches, Springer (2010)
- [2]. D. McClung, P. Schaerer, The Avalanche Handbook, Mountaineers Books (2006)
- [3]. B. Tremper, Staying Alive in Avalanche Terrain, Mountaineers Books (2018)



[4]. J. Heierly, P. Gumbsch, M. Zaiser, Anticrack Nucleation as Triggering Mechanism for Snow Slab Avalanches, Science 321, 240 (2008).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física Biológica		
TITLE:	Biological Physics		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las bases físicas de un proceso biológico elegido por el alumno.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo de la Física Biológica (o Biofísica).

METODOLOGÍA:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios procesos biológicos o centrarse en uno particular.

Este trabajo formativo incluye la interacción con el grupo UCM "Dinámica fuera del Equilibrio" de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

Fundamental:

- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, Physical Biology of the Cell, Garland Science, 2009. Capítulo 16.

Complementaria:

- K.A. Dill, S. Bromberg, Molecular Driving Forces, Garland Science, 2011.
- J. Howard, Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton, Sinauer, 2001.



- M.B. Jackson, *Molecular and Cellular Biophysics*, Cambridge University Press, 2006.
- J.A. Morín, F.J. Cao, J.M. Lázaro, J.R. Arias-Gonzalez, J.M. Valpuesta, J.L. Carrascosa, M. Salas, B. Ibarra, Active DNA unwinding dynamics during processive DNA replication, *PNAS* 109, 8115-8120 (2012). doi: 10.1073/pnas.1204759109
- Almendro-Vedia VG, Monroy F, Cao FJ (2013) Mechanics of Constriction during Cell Division: A Variational Approach. *PLoS ONE* 8(8): e69750. doi:10.1371/journal.pone.0069750



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Simulación en SPICE de osciladores caóticos tipo Chua con dispositivos reales		
TITLE:	Simulation in SPICE of chaotic Chua oscillators with realistic devices		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Franco Peláez		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Leon Chua, padre de la moderna teoría de circuitos, propuso en 1983 un curioso circuito oscilador que, con unas cuantas resistencias, condensadores, unas bobinas, dos diodos y un amplificador operacional, mostraba en la salida una señal caótica, típica de un oscilador llamado de doble pendiente. Las ecuaciones diferenciales que describen este oscilador son fáciles de escribir y resolver numéricamente pero en este sistema se supone todos los elementos ideales.

En la práctica, los diodos tienen una relación V-I más suave, el amplificador operacional cuenta con limitaciones en la frecuencia, hay limitaciones en el valor de la salida, etc. Es interesante evaluar qué diferencias son esperables en las simulaciones de un oscilador ideal de uno más realista.

METODOLOGÍA:

- 1.- Estudio de la bibliografía relacionada.
- 2.- Simulación numérica del oscilador ideal y determinación de los parámetros característicos.
- 3.- Aprendizaje del manejo básico del lenguaje de simulación SPICE.
- 4.- Simulación del oscilador con componentes realistas de los dispositivos con modelos proporcionados por el profesor. Determinación de los parámetros característicos del oscilador.
- 5.- Comparación de resultados entre ambos modelos.



BIBLIOGRAFÍA:

- El oscilador Chua, https://en.wikipedia.org/wiki/Chua%27s_circuit
- Documentación del simulador libre NGSPICE, <http://ngspice.sourceforge.net/docs.html>
- Modelos SPICE realistas de amplificadores operacionales, <https://eprints.ucm.es/29369/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física aplicada al deporte		
TITLE:	Physics of Sport		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las bases físicas de uno o varios deportes elegidos por el alumno. (La orientación la elige el alumno, y puede ser biofísica, mecánica, o cualquier otra relacionada con la Física.)

METODOLOGÍA:

- El alumno buscará la bibliografía necesaria para adquirir los conocimientos complementarios que necesite para realizar el trabajo específico que haya elegido.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio de varios deportes o centrarse en uno particular.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

El alumno tendrá que buscar y elegir la bibliografía más relevante para el tema y enfoque que elija.

Algunos ejemplos de temas se pueden encontrar en las siguientes referencias:

- Physicsworld 25, págs 20 y siguientes (2012)
http://www.if.ufrj.br/~coelho/PW_July2012_PhysicsAndSport.pdf
- The Physics of Sports, <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-sports.html>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Transistor de partículas Brownianas. Prueba de concepto.		
TITLE:	Brownian particles transistor. Proof of concept.		
SUPERVISOR/ES:	Luis Dinis, Juan Manuel Rodríguez Parrondo		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Diseño y simulación de un mecanismo de control de flujo de partículas coloidales Brownianas por analogía con el transistor. La idea fundamental es replicar la conocida estructura de bandas de un transistor en un sistema de partículas coloidales mediante un potencial eléctrico externo controlable y analizar cómo afecta al flujo de partículas Brownianas cargadas. Se analizarán las propiedades de transporte según el potencial aplicado.

METODOLOGÍA:

Principalmente mediante simulación de Langevin uni- o bidimensional. Se explorará la posibilidad de predicción analítica mediante la ecuación de Fokker-Planck o modelos markovianos de estados discretos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Riccardo Mannella. A Gentle Introduction to the Integration of Stochastic Differential Equations, Capítulo en Stochastic Processes in Physics, Chemistry and Biology. Volume 557 Lecture Notes in Physics, pp 353-364 (2001)
- A. Gomez-Marin and J. M. Sancho. Brownian pump powered by a white-noise flashing ratchet. Physical Review E 77, 031108 (2008)
- Neudeck, G.W., "El transistor Bipolar de Unión", Addison-Wesley 1994.
- D. Neamen, "Semiconductor physics and devices: basic principles", 1997



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Búsquedas de materia oscura		
TITLE:	Dark matter searches		
SUPERVISOR/ES:	Daniel Nieto Castaño		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La materia oscura es uno de los ingredientes fundamentales en el modelo que mejor explica nuestro Universo. Desde hace más de 80 años se han ido acumulando evidencias observacionales que indican que la mayor parte de la masa de Universo no emite ni absorbe radiación, a diferencia de lo que ocurre con la materia ordinaria. Sin embargo, todavía se desconoce de que *está hecha* esa materia oscura. La identificación de la naturaleza de la materia oscura es, por lo tanto, una de las obligaciones más urgentes de la Física.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de adquirir una comprensión general del paradigma de la materia oscura, o centrarse en algunas de las técnicas específicas para su búsqueda, en las que el Grupo de Física de Altas Energías de la UCM está implicado.

METODOLOGÍA:

El alumno elegirá para su trabajo, de entre las distintas posibilidades mencionadas, aquella en la que esté más interesado, definiendo el alcance y la orientación, es decir, los aspectos concretos en los que centrará el trabajo. Las actividades formativas pasarán desde las tutorías personalizadas hasta la asistencia de seminarios específicos. Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan de manera adecuada al nivel de conocimientos previos del alumno, los últimos avances en el campo objeto de estudio.

BIBLIOGRAFÍA:

- Dark matter evidence, particle physics candidates and detection methods, L. Bergström.
DOI: 10.1002/andp.201200116
<http://arxiv.org/abs/1205.4882>



- *Particle dark matter: evidence, candidates and constraints*, Gianfranco Bertone, Dan Hooper, Joseph Silk, *Physics Reports*.
DOI: 10.1016/j.physrep.2004.08.031
<http://arxiv.org/abs/hep-ph/0404175>

<https://www.gae.ucm.es/>

<https://www.cta-observatory.org/>

<https://veritas.sao.arizona.edu/>

<https://magic.mpp.mpg.de/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física de los Ecosistemas		
TITLE:	Ecosystems Physics		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las bases de la dinámica de los ecosistemas. Procesos de nacimiento, muerte, difusión; influencia de las fluctuaciones ambientales aleatorias; evaluación de riesgos de extinción.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de los ecosistemas de una perspectiva multiespecie y en sistemas espacialmente extendidos.

METODOLOGÍA:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de problemas (evaluación de riesgo de extinción, competición, depredador-presa, riesgo de extinción, efectos de la fragmentación del hábitat, efectos de las fluctuaciones ambientales aleatorias, ...)

Este trabajo formativo incluye la interacción con el grupo UCM "Dinámica fuera del Equilibrio" de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de la Orientación de Física Fundamental del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

Fundamental:

- Gotelli NJ, A primer of Ecology, Sinauer 2008



- Lande R, Engen S, Saether BE, Stochastic Population Dynamics in Ecology and Conservation, Oxford 2003

Complementaria:

- May R, Mclean AR (Eds.), Theoretical Ecology: Principles and Applications 3rd Edition, Oxford 2007

by Robert May (Editor), Angela R. Mclean (Editor)

- Ripa, J. and Ranta, E. Biological filtering of correlated environments: towards a generalised Moran theorem. – *Oikos* 116: 783–792 (2007)

- J Jarillo, B-E Sæther, S Engen, FJ Cao, Spatial scales of population synchrony of two competing species: effects of harvesting and strength of competition, *Oikos* 127, 1459 (2018)

- S Engen, FJ Cao, B-E Sæther, The effect of harvesting on the spatial synchrony of population fluctuations, *Theoretical Population Biology*, 10.1016/j.tpb.2018.05.001, 123, (28-34), (2018).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Deep Learning en Física Médica	
TITLE:	Deep Learning in Medical Physics	
SUPERVISOR/ES:	Joaquín López Herraiz	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa X	Selección por expediente

OBJETIVOS:

Familiarizarse con las principales herramientas de Inteligencia Artificial basadas en Machine Learning y Deep Learning. Estudio de sus aplicaciones en física para generar modelos más generales de los actualmente empleados. Realizar algunos modelos simples con Deep Learning aplicados a Física Médica.

METODOLOGÍA:

1. Revisión de trabajos recientes sobre Deep Learning y sus aplicaciones en Física.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: Tensorflow, Python, y modelos estadísticos básicos.
3. Participación en actividades formativas específicas para los TFG, directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación, participación en seminarios.
4. Aplicación en de estas técnicas para diversos problemas de imagen médica, (reconstrucción de imagen, detección de lesiones, clasificación del grado de malignidad, mejora automática del contraste de la imagen), usando datos e imágenes de Rayos X, CT, MRI, PET y Ultrasonidos).
5. Desarrollo del tema de estudio.
6. Redacción y revisión del trabajo.
7. Exposición de los trabajos antes de la presentación y defensa.

BIBLIOGRAFÍA:

- Proyecto X-COV: <http://www.tomografia.es>
- Deep Learning and its Application to LHC Physics- <https://arxiv.org/abs/1806.11484>
- Deep learning in medical imaging and radiation therapy – B. Sahiner et al. (2018) <https://doi.org/10.1002/mp.13264>
- <http://nuclear.fis.ucm.es>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Imagen por Ultrasonidos	
TITLE:	Ultrasound Imaging	
SUPERVISOR/ES:	Joaquín López Herraiz	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa X	Selección por expediente

OBJETIVOS:

Estudio de los conceptos de física relevantes para las aplicaciones de los ultrasonidos en imagen médica, tales como la generación de ultrasonidos, la propagación de ondas acústicas en tejidos y la reconstrucción de imagen. Análisis de sus principales limitaciones y métodos actuales para superarlas.

METODOLOGÍA:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre la instrumentación en imagen por ultrasonidos, los detectores y las técnicas de reconstrucción de imagen más utilizadas.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de manipulación de imagen de ultrasonidos, códigos de reconstrucción de imagen, entornos de simulación, software de cálculo.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación, participación en seminarios.
4. Desarrollo del tema de estudio.
5. Redacción y revisión del trabajo.
6. Exposición de los trabajos antes de la presentación y defensa.

BIBLIOGRAFÍA:

“Farr's Physics for Medical Imaging”. Penelope Allisy-Roberts et al. (2007) 2nd Ed. Saunders

“The Essential Physics of Medical Imaging”, LWW 3Ed (2011) Jerrold T. Bushberg et al.

· <http://nuclear.fis.ucm.es>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física Biomédica		
TITLE:	Biomedical Physics		
SUPERVISOR/ES:	Fernando Arqueros Martínez, Jaime Rosado Vélez		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La Física y la Medicina van de la mano desde hace mucho tiempo y aunque los médicos siempre se han ayudado de técnicas físicas para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, ha sido en los últimos años cuando esta cooperación ha dado los frutos más espectaculares. En particular, las técnicas que usan radiaciones ionizantes están permitiendo diagnosticar de manera temprana tumores o tratarlos con métodos más eficientes. En este trabajo se propone estudiar alguna de las siguientes técnicas:

- Imagen por Rayos X: Imagen proyectiva y TAC.
- Imagen por Rayos Gamma: Gamma-cámaras, SPEC y PET
- Radioterapia.
- Dosimetría.

El trabajo puede incluir una parte caracterización experimental y/o de simulación por Monte Carlo de detectores con aplicación en Física Biomédica.

METODOLOGÍA:

Se hará una revisión bibliográfica y se estudiará la técnica elegida en el marco de los procesos de interacción de las radiaciones ionizantes con la materia.

Se propondrá un trabajo en el laboratorio y/o la realización de simulaciones de Monte Carlo bajo la supervisión de los tutores.

Es aconsejable, aunque no imprescindible, haber cursado o cursar la asignatura "Interacción Radiación-Materia" y tener conocimientos en programación (Matlab, Python).

BIBLIOGRAFÍA:

- *The Physics of Radiology*, H. R. Johns and J. R. Cunningham; Charles C. Thomas 1983.
- *Physics in Nuclear Medicine*, S. R. Cherry, J. A. Sorenson, M. E. Phelps. Saunders 2003.
- *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*, F.H. Attix; Wiley 2004.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Física Estadística del demonio de Maxwell y de otros sistemas retroalimentados	
TITLE:	Statistical Physics of the Maxwell demon and other feedback controlled systems	
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las implicaciones físicas del intercambio de información entre sistema y controlador en el demonio de Maxwell, y en otros sistemas retroalimentados.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de la Física Estadística de los sistemas retroalimentados, que posee importantes implicaciones para Nano, Micro y Biotecnología.

METODOLOGÍA:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno estudiará las principales implicaciones físicas del intercambio de información entre sistema y controlador.

Este trabajo formativo incluye la interacción con el grupo UCM "Dinámica fuera del Equilibrio" de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de la orientación de Física Fundamental del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

- F. J. Cao, M. Feito, Open Problems on Information and Feedback Controlled Systems, Entropy 14, 834-847 (2012).



- F. J. Cao, M. Feito, Thermodynamics of feedback controlled systems, Phys. Rev. E 79, 041118 (2009).
- T. Sagawa, Thermodynamics of Information Processing in Small Systems, Prog. Theo. Phys. 127, 1-56 (2012).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL	
TÍTULO:	Estudio teórico y experimental de modificadores de onda y filtros multimodo analógicos	
TITLE:	Wave modifiers and analog multimode filters. Theoretical and experimental study	
SUPERVISOR/ES:	Germán González Díaz	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El principal objetivo es la comprensión y diseño de circuitos analógicos enfocados a la modificación y filtrado de señales. Asimismo, el alumno desarrollará experimentalmente los circuitos diseñados a lo largo del TFG

METODOLOGÍA:

El trabajo comienza con un estudio en profundidad de los diferentes circuitos existentes empleados para estos fines, estudiándose ventajas e inconvenientes de los diferentes modelos, como pueden ser respuesta en frecuencia o atenuación de la señal. Una vez adquiridos los conocimientos sobre esta clase de circuitos, se pasará al diseño práctico. El alumno propondrá un circuito original para ser estudiado de forma teórico-práctica. Se hará una primera fase de diseño y estudio teórico que posteriormente se verá apoyada por un dispositivo experimental.

BIBLIOGRAFÍA:

Op. Amp Applications Handbook. Walt Jung. Analog Devices 2005
Design with operational amplifiers and analog integrated circuits. Sergio Franco. MaGraw Hill 2002



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física de Astropartículas		
TITLE:	Astroparticle Physics		
SUPERVISOR/ES:	Juan Abel Barrio Uña		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La Física de Astropartículas tiene como objetivo por un lado entender la estructura y evolución del Universo a partir de la información que nos proporciona la Física de Partículas Elementales. Por otro lado pretende aprovechar observaciones de tipo Astrofísico para obtener información sobre Física Fundamental. Ello se debe a que en el Universo se dan los fenómenos más violentos y energéticos que conocemos y que involucran interacciones de partículas a energías muy superiores a las que se pueden conseguir con aceleradores. Actualmente esta rama de la Ciencia incluye los campos tan diversos como la Astronomía de Rayos gamma, la Física de rayos cósmicos, las ondas gravitacionales, la materia oscura, etc.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de profundizar en algunos de estos campos:

- *Rayos Cósmicos de Ultra-alta energía:* Las partículas más energéticas que se han observado en la naturaleza con energías de hasta 10^{20} eV y que al penetrar en la atmósfera terrestre generan una cascada de partículas que alcanzan a cubrir en el suelo una extensión de varios kilómetros cuadrados. Las fuentes cósmicas que las generan son aun un misterio en el que se está trabajando muy activamente.
- *Materia Oscura:* Evidencias observacionales indican que la mayor parte de la masa de Universo no emite radiación a diferencia de lo que ocurre con la materia cósmica conocida. La búsqueda directa o indirecta de materia oscura y la identificación de su naturaleza es hoy día uno de los campos de investigación más activos en la Física de Astropartículas.
- *Astronomía de Rayos Gamma:* La astronomía de rayos gamma nos permite identificar y estudiar con detalle los aceleradores cósmicos en donde se producen procesos de alta energía aún no entendidos que dan lugar a la emisión de la radiación cósmica. También nos permite estudiar el medio intergaláctico que atraviesan los rayos gamma desde sus fuentes de emisión hasta la tierra), y así caracterizar la Invariancia Lorentz a escalas cosmológicas, la Luz de Fondo Extragaláctico (EBL), etc.



- *Instrumentación terrestre para Física de Astropartículas*: Para poder llevar a cabo los experimentos de Física de Astropartículas está siendo necesario desarrollar instrumentación avanzada para las más altas energías se utilizan detectores localizados en la Tierra, como son los telescopios de radiación atmosférica (Cherenkov y fluorescencia) los detectores gigantes de partículas cargadas (instalados en suelo), de neutrinos (en el fondo del océano o enterrados en el hielo) y de ondas gravitacionales (en tierra).
- *Instrumentación Espacial para Física de Astropartículas*: Los detectores a bordo de satélites son útiles para detectar partículas de energías entre MeVs y cientos de GeV. En este rango son capaces de identificar partículas muy eficientemente y realizar medidas muy precisas. Destacamos Fermi, AMS, o Integral. Existen también propuestas para futuros instrumentos dedicados que se salen de este esquema, como los detectores espaciales de ondas gravitacionales (LISA), rayos cósmicos (JEM-EUSO) o rayos gamma (HERD, AMEGO).

METODOLOGÍA: El alumno elegirá para su trabajo, de entre las distintas posibilidades mencionadas, aquella en la que esté más interesado, definiendo el alcance y la orientación.

Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan de manera adecuada al nivel de conocimientos previos del alumno, los últimos avances en el campo objeto de estudio.

Para todo ello el alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en este campo.

BIBLIOGRAFÍA:

- *High energy astrophysics*. M.S. Longair. 3ª edición. Cambridge University Press, 2011
- *TeV Astronomy*. Frank M. Rieger, Emma de Ona-Wilhelmi, Felix A. Aharonian. ArXiv:1302.5603
- *Particle Astrophysics*, D. Perkins, 2ª edición. Oxford University Press (Biblioteca UCM online): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=431188>
- *Very High Energy Cosmic Gamma Radiation*, F. Aharonian., World Scientific (2004). (Biblioteca UCM online): <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=227152>
- <http://www.gae.ucm.es>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA	
TÍTULO:	Física de fluidos en microgravedad	
TITLE:	Fluid physics in microgravity	
SUPERVISOR/ES:	Loreto García Fernández	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa X	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La física de fluidos es un área multidisciplinar que estudia las características de los fluidos presentes en la naturaleza y/o en la industria, y es por tanto de gran interés para diversos campos de la ciencia básica y aplicada. Para conocer en profundidad el comportamiento de los fluidos, se requiere de una elección adecuada de las condiciones experimentales en las que dichos fenómenos físicos van a ser analizados. La gravedad es uno de los factores más influyentes para este análisis, pudiendo dificultar la determinación de las propiedades de dichos fluidos si aparecen fenómenos como la convección o la sedimentación, los cuales enmascararían el proceso de estudio. La microgravedad ofrece un escenario de trabajo único en el que se pueden analizar de forma exhaustiva y precisa ciertos fenómenos de transporte que son difíciles de estudiar en la Tierra. La microgravedad se presenta por tanto como una oportunidad para el estudio de la física de fluidos, y los resultados obtenidos bajo estas condiciones son cruciales, pues sirven para complementar e interpretar los obtenidos en los laboratorios terrestres.

El objetivo principal de este trabajo es que el alumno conozca los diferentes tipos de instalaciones que permiten alcanzar el nivel y la duración de gravedad reducida exigidos por cada experimento, y que comprenda los principales fenómenos de la física de fluidos que son analizados bajo estas condiciones debido a los beneficios que presentan para diversos estudios y aplicaciones. Se podrá profundizar en el fenómeno de transporte conocido como termodifusión o efecto Soret en fluidos complejos, mediante el análisis de las fluctuaciones de no equilibrio a través de técnicas ópticas de dispersión de luz, una temática puntera y de actualidad.

El alumno deberá familiarizarse con el tema, y adquirir conocimientos básicos de la física de fluidos en microgravedad. El alumno deberá entender la problemática actual y su interés de estudio.



METODOLOGÍA:

La naturaleza del trabajo es fundamentalmente bibliográfica. En primer lugar, el alumno recibirá un seminario en el que se le facilitará una visión general de la temática de estudio, y además deberá leer las referencias básicas facilitadas. A partir de ello, adquirirá los conocimientos fundamentales de la física de fluidos y los fenómenos de transporte en microgravedad, conocerá su estado actual y se familiarizará con la terminología empleada en ese campo. Esta base le permitirá realizar una revisión bibliográfica más especializada en función de la orientación que desee dar al trabajo. Para ello, el alumno podrá hacer uso de un software especializado en gestión y organización de referencias. Los artículos científicos deberán analizarse de forma crítica, y las dudas que surjan serán resueltas por el supervisor del TFG.

BIBLIOGRAFÍA:

Libros:

- Committee, on Microgravity Research, et al. Assessment of Directions in Microgravity and Physical Sciences Research at NASA, National Academies Press, 2003. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=3375855>.
- Opportunities for Academic Research in a Low-Gravity Environment, edited by George A. Hazelrigg, and J. M. Reynolds, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1986. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=3111508>.

Artículos científicos:

- M. Braibanti et al., European Space Agency experiments on thermodiffusion of fluid mixtures in space, Eur. Phys. J. **42**, 86 (2019)
- M.A. Rahman, M.Z. Saghir, Thermodiffusion or Soret effect: Historical review, International Journal of Heat and Mass Transfer **73**, 693–705 (2014)
- F. Croccolo, H. Bataller, F. Scheffold, A light scattering study of non equilibrium fluctuations in liquid mixtures to measure the Soret and mass diffusion coefficient, J. Chem. Phys. **137**, 234202 (2012)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA		
TÍTULO:	Sostenibilidad y Medioambiente: Tratamiento de aguas utilizando tecnología de membranas		
TITLE:	Sustainability and Environment: Water treatment using membrane technology		
SUPERVISOR/ES:	Loreto García Fernández y Carmen García Payo		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Conservar el estado ecológico del agua y buscar nuevos recursos que ayuden a gestionarla de manera sostenible son factores de vital importancia para nuestra sociedad y para el medioambiente. La escasez de agua que sufrimos actualmente se está viendo acelerada por factores como el cambio climático. Para atajar este problema mundial es necesario llevar a cabo un plan estratégico que incluya dos acciones principales, evitar la contaminación de las aguas y fomentar la reutilización de las mismas mediante soluciones innovadoras y respetuosas con el medioambiente.

Este trabajo se centra en una de las posibles alternativas al problema, el tratamiento de aguas mediante la tecnología de membranas. Para alcanzar la sostenibilidad completa (económica y ambiental) de este proceso, es necesario minimizar el consumo energético y los recursos requeridos para su desarrollo, así como evitar la generación de residuos durante todo el ciclo, tanto en la fabricación de membranas como en el propio tratamiento de aguas. Es imprescindible que los materiales elegidos para la preparación de membranas (disolventes, polímeros y aditivos) sean lo más ecológicos posibles, es decir, poco tóxicos y preferiblemente de origen biológico, para evitar que en su producción se generen grandes cantidades de aguas contaminadas como ocurre actualmente. La elección del tipo de tratamiento de aguas es crucial, se buscan tecnologías versátiles y compatibles con energías alternativas, que sean capaces de reducir al máximo o incluso eliminar completamente los residuos generados en el proceso. Si fuera posible, es aconsejable transformar el residuo en un nuevo producto. En el caso de que inevitablemente los residuos no puedan ser totalmente eliminados o transformados, se debe disponer de tecnologías de tratamiento alternativas y de una red sostenible de gestión de residuos que minimice la huella ambiental.



El alumno deberá adquirir conocimientos básicos sobre ciencia y tecnología de membranas y entenderá la problemática existente sobre la gestión sostenible del agua y la importancia de su estudio.

METODOLOGÍA:

Tras realizar una revisión bibliográfica del estado del arte del tema, familiarizarse con la terminología y aprender los conceptos fundamentales, el alumno deberá realizar una búsqueda bibliográfica más especializada sobre los recursos disponibles en la actualidad y las soluciones innovadoras que se presentan al problema de estudio, los cuales deben ser analizados de forma crítica. El alumno podrá hacer uso de un software especializado en gestión y organización de referencias bibliográficas. Además, el estudiante podrá visitar las instalaciones del grupo de Membranas y Energías Renovables de la Facultad, en las que tendrá acceso a diferentes tecnologías de fabricación de membranas y de tratamientos de aguas, podrá presenciar dichos experimentos e incluso realizar algunas medidas, si así lo desea.

BIBLIOGRAFÍA:

- S. Jiang, B.P. Ladewig, Green synthesis of polymeric membranes: Recent advances and future prospects, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 21 (2020) 1–8
- H.H. Wang, J.T. Jung, J.F. Kim, et al., A novel green solvent alternative for polymeric membrane preparation via nonsolvent-induced phase separation (NIPS), *Journal of Membrane Science* 574 (2019) 44–54
- D.M. Warsinger, S. Chakraborty, E.W. Tow, et al., A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse, *Progress in Polymer Science* 81 (2018) 209–237
- J. Landaburu-Aguirre, R. García-Pacheco, S. Molina, et al., Fouling prevention, preparing for re-use and membrane recycling. Towards circular economy in RO desalination, *Desalination* 393 (2016) 16–30



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física de los motores moleculares celulares		
TITLE:	Physics of cellular molecular motors		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	<input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las bases físicas del funcionamiento de los motores moleculares, que realizan diversas funciones en la célula: transporte, replicación de ADN, etc.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de los motores moleculares.

METODOLOGÍA:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de motores moleculares o centrarse en un tipo particular (motores de transporte, de replicación de ADN, ...).

Este trabajo formativo incluye la interacción con el grupo UCM "Dinámica fuera del Equilibrio" de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

Fundamental:

- R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot, Physical Biology of the Cell, Garland Science, 2009. Capítulo 16.

Complementaria:



- K.A. Dill, S. Bromberg, *Molecular Driving Forces*, Garland Science, 2011.
- J. Howard, *Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton*, Sinauer, 2001.
- M.B. Jackson, *Molecular and Cellular Biophysics*, Cambridge University Press, 2006.
- J.A. Morín, F.J. Cao, J.M. Lázaro, J.R. Arias-Gonzalez, J.M. Valpuesta, J.L. Carrascosa, M. Salas, B. Ibarra, Active DNA unwinding dynamics during processive DNA replication, *PNAS* 109, 8115-8120 (2012). doi: 10.1073/pnas.1204759109- T. Sagawa, *Thermodynamics of Information Processing in Small Systems*, *Prog. Theo. Phys.* 127, 1-56 (2012).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
TÍTULO:	Estado del arte de la Estimulación Cerebral Profunda
TITLE:	State of the Art for Deep Brain Stimulation
SUPERVISOR/ES:	Sagrario Muñoz San Martín, Pedro Antoranz Canales
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Se conocerá el estado actual de la técnica de estimulación cerebral profunda y se estudiarán los nuevos retos que supongan una mejora en la eficiencia de esta técnica que no resulta adecuada para todos los pacientes. Se analizará la posibilidad de estudiar la viabilidad y eficacia de esta técnica calculando el volumen de tejido activado para un paciente a partir de sus propias imágenes de resonancia magnética.

METODOLOGÍA:

Se empleará la técnica de elementos finitos para el cálculo del tejido de activación activado a partir de sistemas de electrodos con distinta geometría y parámetros eléctricos de estimulación. Se utilizará el programa comercial Comsol Multiphysics ®. Se aprenderá a transformar las imágenes obtenidas de resonancia magnética en imágenes 3D.

BIBLIOGRAFÍA:

Se proporcionarán los artículos más recientes de esta técnica para conocer el estado actual de esta técnica.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Interacciones débiles en núcleos, física de neutrinos y materia oscura	
TITLE:	Weak interactions in nuclei, neutrino physics and dark matter	
SUPERVISOR:	Óscar Moreno Díaz	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Algunos de los siguientes, según la orientación elegida de acuerdo a los intereses del estudiante:

- Introducción a la interacción débil y fenómenos asociados: desintegraciones beta, dispersión de leptones por núcleos, violación de paridad y CP, etc.
- Introducción a la física de neutrinos: mezcla, neutrinos estériles, oscilaciones, interacción con núcleos, etc.
- Introducción a las evidencias de materia oscura y sus posibles partículas constituyentes con interacciones de tipo débil.
- Realización de cálculos analíticos o numéricos para reproducir algunos de los fenómenos ya conocidos o para calcular casos nuevos.
- Presentación y análisis de resultados obtenidos.
- Manejo de referencias científicas.

METODOLOGÍA:

En primer lugar, el estudiante se familiarizará con la teoría de la interacción débil en general a partir de libros de texto de física de partículas y de física nuclear. A continuación, elegirá algún fenómeno concreto relacionado con esa interacción y



profundizará en él, empleando libros de texto y artículos científicos que le serán proporcionados.

Dependiendo de la orientación elegida por el estudiante, se podrán realizar cálculos analíticos o numéricos, analizarlos y presentarlos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Libros de texto:

- W. S. C. Williams, *Nuclear and Particle Physics*, Oxford University Press.
- K. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, Wiley.
- W. N. Cottingham, D. A. Greenwood, *An Introduction to Nuclear Physics*, Cambridge University Press.
- B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche, *Particles and Nuclei*, Springer.
- D. Griffiths, *Introduction to Elementary Particles*, Wiley.
- F. Halzen, A. D. Martin, *Quarks and Leptons*, Wiley.
- K. Grotz, H. V. Klapdor, *The Weak Interaction in Nuclear, Particle and Astrophysics*, Adam Hilger.
- F. Boehm, P. Vogel, *Physics of Massive Neutrinos*, Cambridge University Press.

(En los textos anteriores que tengan varias ediciones, será necesaria alguna de las más recientes).

- Artículos (depende de la orientación elegida):

- O. Moreno, E. Moya de Guerra, M. Ramón-Medrano, *Adv. High Ener. Phys.* 2016, 6318102 (2016). 'Warm dark matter sterile neutrinos in electron capture and beta decay spectra'.
- H. J. de Vega, O. Moreno, E. Moya de Guerra, M. Ramón Medrano, N. G. Sánchez, *Nucl. Phys. B* 866, 177 (2013). 'Role of sterile neutrino warm dark matter in rhenium and tritium beta decays'.
- P. Sarriguren, O. Moreno, E. Moya de Guerra, *Adv. High Ener. Phys.* 2016, 6391052 (2016). 'Nuclear structure calculations for two-neutrino double-beta decay'.



- O. Moreno, T. W. Donnelly, Phys. Rev. C 92, 055504 (2015). 'Unified approach to electron and neutrino elastic scattering off nuclei with an application to the study of the axial structure'.
- O. Moreno, T. W. Donnelly, Phys. Rev. C 89, 015501 (2014). 'Nuclear structure uncertainties in parity-violating electron scattering from carbon 12'.
- O. Moreno, T. W. Donnelly, R. González-Jiménez, J. A. Caballero, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 42, 034006 (2014). 'Evaluation of theoretical uncertainties in parity-violating electron scattering from nucleons and nuclei'.
- P. Sarriguren, D. Merino, O. Moreno, E. Moya de Guerra, D. N. Kadrev, A. N. Antonov, M. K. Gaidarov. Phys. Rev. C 99, 034325 (2019). 'Elastic magnetic electron scattering from deformed nuclei'.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
TÍTULO:	Aplicación de técnicas de aprendizaje automático en Astrofísica de Partículas
TITLE:	Application of machine learning techniques to particle Astrophysics.
SUPERVISOR/ES:	José Luis Contreras González
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- 1 - Entender las bases de las técnicas de aprendizaje automático (AA).
- 2- Aprender a utilizar algoritmos de aprendizaje automático sobre conjuntos de datos experimentales.
- 3- Aplicar algunos de los algoritmos aprendidos a datos reales relacionados con la Astrofísica de partículas.

METODOLOGÍA: Se le proporcionará al alumno bibliografía actualizada sobre temas de aprendizaje automático y artículos sobre aplicaciones concretas en Astrofísica de partículas. Utilizaremos luego librerías conocidas y de acceso libre como *ScikitLearn* para practicar el uso de los algoritmos de AA. Finalmente seleccionaremos conjuntos de datos sobre los que probar algunos de estos algoritmos e intentar entender sus ventajas y limitaciones. Nos centraremos en métodos basados en árboles de decisión como el *Random Forest* y en hacer el conocimiento generado por el método interpretable.

El estudiante tendrá reuniones frecuentes con el tutor y personas de su grupo de trabajo. Son recomendables los conocimientos de programación especialmente en Python, aunque de forma alternativa se podría aprender durante el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

<https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/RandomForests/>

“Implementation of the Random Forest method for the Imaging Atmospheric Cherenkov Telescope MAGIC”. J. Albert et al. MAGIC Coll. NIMA 588,3 pp 424-432 (2008).

<https://scikit-learn.org/stable/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	La Física en el móvil	
TITLE:	Physics on the smartphone	
SUPERVISOR/ES:	José Luis Contreras González	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- 1 - Entender el funcionamiento de los sensores presentes en los móviles modernos.
- 2- Realizar medidas con sensores de teléfonos móviles y compararlas con las obtenidas con aparatos de laboratorio.
- 3- Desarrollar prácticas de Física para estudiantes basadas en el uso de móviles.

METODOLOGÍA: Los teléfonos móviles actuales están equipados con multitud de sensores de magnitudes físicas: acelerómetros, magnetómetros, barómetros, giróscopos, GPS, micrófonos, etc; muchas veces basados en tecnologías muy avanzadas. El propósito de este TFG es entender estos sensores, realizar medidas con ellos y, en su caso, diseñar prácticas de laboratorio que los utilicen.

El TFG se podría enfocar hacia un trabajo bibliográfico, práctico o con aplicaciones docentes

BIBLIOGRAFÍA:

Aplicación Phypox <http://www.phypox.org/>

Measuring Earth's Magnetic Field Using a Smartphone Magnetometer

<https://arxiv.org/pdf/1901.00857.pdf>

Smartphones from an applied research perspective, disponible en <https://intechopen.com>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Interferometría de Intensidad con Telescopios Cherenkov	
TITLE:	Intensity Interferometry with Cherenkov Telescopes	
SUPERVISOR/ES:	José Luis Contreras González , Marcos López Moya	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- 1 - Entender las bases de la Interferometría de Intensidad.
- 2- Analizar datos de interferometría del observatorio MAGIC.

METODOLOGÍA: la interferometría de intensidad es una técnica basada en las propiedades de coherencia de la luz, que puede ser explicada de forma cuántica y clásica. Compite con la interferometría de fase convencional en estudios astronómicos que necesitan una resolución angular extrema, por debajo de 1 milisegundo de arco, necesaria para poder medir el radio de estrellas. Los telescopios MAGIC, situados en la isla de La Palma, están desarrollando un programa pionero en este campo. Usaremos datos de MAGIC para medir el radio de una muestra de unas 20 estrellas de tipo temprano para las que la interferometría de intensidad es el método más sensible.

Son recomendables conocimientos de programación.

BIBLIOGRAFÍA:

- V. A. Acciari et al., MNRAS 491/2 (2020) 1540 o arXiv:1911.06029
- D. Draivins et al., Astroparticle Physics 43 (2013) 331.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Introducción al análisis de datos de Telescopios Cherenkov	
TITLE:	Introduction to the analysis of Cherenkov Telescopes data	
SUPERVISOR/ES:	Marcos López Moya, José Luis Contreras González	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- 1 - Entender las bases del funcionamiento y los objetivos físicos de los observatorios Cherenkov.
- 2- Aprender a analizar datos de telescopios prototipo del Observatorio CTA.
- 3- Desarrollar algoritmos para la calibración y caracterización de datos de los prototipos.

METODOLOGÍA: Se le proporcionará a la alumna/o bibliografía actualizada sobre Astrofísica de partículas. Utilizaremos el software que se está desarrollando por CTA, *ctapipe* para aprender a analizar datos procedentes del LST1 y representar los resultados. Finalmente extenderemos este software desarrollando algoritmos que ayuden a la comprensión del instrumento durante su puesta en operación.

El estudiante tendrá reuniones frecuentes con los tutores y personas de sus grupos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

- <https://github.com/cta-observatory/ctapipe>
- <http://www.lst1.iac.es/>
- “Ground-based Gamma-Ray Astronomy: an Introduction”. G. Di Sciascio, <https://arxiv.org/pdf/1904.06218.pdf>
- “Very High Energy astronomy from H.E.S.S. to CTA. Opening of a new astronomical window on the non-thermal Universe”. M de Naurois. These d’habilitation. Disponible online



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Situación actual y perspectivas de futuro de los dispositivos fotovoltaicos	
TITLE:	Current situation and future views of photovoltaic devices	
SUPERVISOR/ES:	Ignacio Mártil de la Plaza/Eric García Hemme	
NÚMERO DE PLAZAS:	5	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El campo de las energías renovables es uno de los más activos en investigación, desarrollo y aparición de nuevas ideas para mejorar el aprovechamiento de la energía del sol. Se pretende que los estudiantes que elijan éste trabajo realicen una revisión de la situación actual de las tecnologías e ideas involucradas en el campo, desde una perspectiva científica, sin entrar en detalles minuciosos de cada una de ellas. Así mismo, se pretende que aprendan a caracterizar un dispositivo real mediante unas sesiones prácticas sencillas. El detalle concreto de los objetivos es el siguiente:

- 1.- Conocer la situación actual de las distintas tecnologías de fabricación de células solares, así como los logros de las mismas en cuanto a eficiencia, coste, etc.
- 2.- Introducirse en la caracterización experimental de dispositivos fotovoltaicos.

METODOLOGÍA:

- 1.- Lectura crítica de trabajos científicos de reciente publicación, donde se revise la situación actual de los dispositivos fotovoltaicos, analizando y comparando las ventajas e inconvenientes que presenta cada técnica
- 2.- Realización en el laboratorio de la caracterización de un dispositivo fotovoltaico real de Si.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- <http://www.pveducation.org/pvcdrom/>. Capítulos 3 y 4
- 2.- T. M. Razykov et al. "Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects" Solar Energy 85 (2011) 1580



- 3.- V. Avrutin, N. Izyumskaya and H. Morkoç "Semiconductor solar cells: Recent progress in terrestrial applications" *Superlattices and Microstructures* 49 (2011)337
- 4.- I. Mártil and G. González Díaz "Determination of the dark and illuminated characteristics parameters of a solar cell from I-V characteristics". *Eur. J. Phys.* 13 (1992) 183



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
TÍTULO:	Situación actual y perspectivas de futuro de los diodos emisores de luz (LED)
TITLE:	Current situation and future views of light emission diodes (LED)
SUPERVISOR/ES:	Eric García Hemme / Ignacio Mártil de la Plaza
NÚMERO DE PLAZAS:	5
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El campo de los diodos emisores de luz o LED ha supuesto una revolución en la iluminación de las tres últimas décadas, siendo reconocido con el premio Nobel de Física del año 2014. Se pretende que los estudiantes que elijan este trabajo realicen una revisión de la situación actual de las tecnologías e ideas involucradas en el campo, desde una perspectiva científica, sin entrar en detalles minuciosos de cada una de ellas. Así mismo, se pretende que aprendan a caracterizar un dispositivo real mediante unas sesiones prácticas sencillas. El detalle concreto de los objetivos es el siguiente:

- 1.- Conocer la situación actual de las distintas tecnologías de fabricación de diodos emisores de luz y materiales utilizados, así como los logros de las mismas en cuanto a eficiencia, coste, etc.
- 2.- Introducirse en la caracterización experimental de dispositivos optoelectrónicos.

METODOLOGÍA:

- 1.- Lectura crítica de trabajos científicos de reciente publicación, donde se revise la situación actual de los LED, analizando y comparando las ventajas e inconvenientes que presenta cada técnica
- 2.- Realización en el laboratorio de la caracterización de varios LED de distintos materiales.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, J. Wiley 1981
- 2.- M.S. Tyagi, Introduction to Semiconductor Material and Devices, J. Wiley 1991



3.- T.S. Moss, Handbook of Semiconductors, Vol 4: Device Physics. Cap.7: Light Emitting Diodes, (1993).

4.- E. Redondo, A. Ojeda, G. González Díaz and I. Mártil, A laboratory experiment with blue lighth-emitting diodes, Am. J. Phys. 65, (1997) 371.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Caracterización eléctrica y óptica de semiconductores	
TITLE:	Electrical and optical characterization of semiconductors	
SUPERVISOR/ES:	Ignacio Mártil de la Plaza/Eric García Hemme	
NÚMERO DE PLAZAS:	5	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

La caracterización eléctrica y óptica de materiales semiconductores es un campo de enorme interés práctico, tanto por los materiales a caracterizar, como por el equipamiento necesario para realizarla. Se pretende que los alumnos que elijan éste trabajo se familiaricen con alguna de las técnicas de caracterización, así como con el análisis riguroso de los resultados obtenidos e interpretación de los mismos. El detalle de los objetivos concreto es el siguiente:

- 1.- Aprendizaje de las técnicas habituales de caracterización eléctrica de semiconductores: Medida de la resistividad, medida del efecto Hall.
- 2.- Aprendizaje de una de las técnicas más habituales de caracterización óptica de semiconductores. Medida de la transmitancia de un semiconductor
- 3.- Introducirse en el manejo de equipos experimentales de caracterización de semiconductores.

METODOLOGÍA:

- 1.- Realización práctica de medidas de resistividad y efecto Hall en muestras de Si a temperatura variable para determinar los parámetros de transporte del mismo: tipo y concentración de portadores, posición del nivel de Fermi, dependencia de la misma con la temperatura, movilidad, mecanismos de dispersión.
- 2.- Realización práctica de medidas de transmitancia en muestras de semiconductores de gap elevado para determinar el coeficiente de absorción y el gap de dicho semiconductor.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos. Guiones de prácticas
- 2.- D. K. Schroder "Semiconductor Material and Device Characterization". John Wiley



ans Sons, New Jersey, 2006. Capítulos 1, 8 y 10

3.- I. Mártil "Propiedades ópticas de semiconductores"



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Ergodicidad y caos en mecánica cuántica	
TITLE:	Ergodicity and chaos in quantum mechanics	
SUPERVISOR/ES:	Armando Relaño Pérez	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El caos aparece en muchísimos fenómenos naturales aparentemente sencillos, tanto en sistemas conservativos, bien descritos mediante la mecánica clásica, como en sistemas disipativos, que se basan en la termodinámica del no equilibrio. En ambos casos, el caos se reconoce por sus consecuencias; entre ellas, destaca la hipersensibilidad a las condiciones iniciales, que imposibilita cualquier predicción a largo plazo. Además, su estructura matemática, especialmente en el caso de los sistemas conservativos, es bien conocida. Gracias a este conocimiento, el caos se puede utilizar, por ejemplo, para fundamentar la termodinámica.

Sin embargo, la situación en mecánica cuántica es muy diferente. La ecuación de Schrödinger, que es la que determina la evolución de cualquier sistema cuántico, es lineal. A consecuencia de ello, ni genera una estructura matemática compatible con el caos conservativo, ni da lugar a fenómenos tan característicos como el efecto mariposa. Esta particularidad genera un buen número de preguntas:

Si la mecánica clásica es tan solo una aproximación a la mecánica cuántica, ¿cómo surge el caos en la primera? ¿Existen indicios cuánticos del caos?

Si las leyes de la termodinámica son las mismas para sistemas clásicos y para sistemas cuánticos, ¿cuál es el papel que representa el caos en estos últimos? ¿Se puede definir una versión cuántica de la ergodicidad?

El objetivo de este trabajo es que el estudiante parta de conceptos aprendidos en asignaturas previas, como Mecánica Clásica, Física Cuántica I y II, y Física Estadística, para entender qué son el caos y la ergodicidad en mecánica cuántica. En función de sus intereses, puede centrarse en distintos aspectos: su base matemática, su relación con la física estadística cuántica, sus consecuencias en distintos sistemas físicos, las herramientas estadísticas que se usan para identificarlo... Asimismo, también puede elegir si centrarse en un trabajo bibliográfico o realizar cálculos y/o simulaciones en sistemas sencillos.



METODOLOGÍA:

Una primera parte del trabajo consistirá en revisar la bibliografía básica. A continuación, en función de sus preferencias, el estudiante podrá:

- Elegir un tema concreto vinculado al caos y la ergodicidad en mecánica cuántica, buscar bibliografía y estudiar los avances recientes.
- Trabajar algún problema concreto, bien mediante cálculo matemático, bien mediante simulación por ordenador.

Todas estas tareas serán tutorizadas.

BIBLIOGRAFÍA:

Se listan unas pocas referencias básicas, adecuadas para introducirse en la disciplina del caos cuántico. Una vez que el estudiante haya elegido el problema concreto que quiere abordar, el tutor podrá recomendarle otras más específicas.

- H.-J. Stockmann, "Quantum Chaos: an introduction", Cambridge University Press, 1999.
- O. Bohigas, "Quantum chaos", Nuclear Physics A 751, 343 (2005).
- A. Relaño, "Caracterización del caos cuántico mediante series temporales", tesis doctoral, UCM (2004).
- L. D'Alessio, Y. Kafri, A. Polkovnikov, and M. Rigol, "From quantum chaos and eigenstate thermalization to statistical mechanics and thermodynamics", Advances in Physics 65, 239 (2016).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Física estadística en sistemas cuánticos pequeños	
TITLE:	Statistical physics in small quantum systems	
SUPERVISOR/ES:	Armando Relaño Pérez	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Durante los últimos años, el estudio de las leyes de la termodinámica en sistemas cuánticos pequeños (miles o millones de partículas) se ha convertido en una disciplina de gran importancia. En ella se abordan temas de carácter muy fundamental, como: la validez de las leyes de la termodinámica en sistemas en los que las fluctuaciones son importantes; la fundamentación microscópica del segundo principio de la termodinámica; el estudio de la disipación y la irreversibilidad en procesos de no equilibrio descritos mediante el formalismo cuántico; la generalización de las colectividades de la física estadística a situaciones “extrañas” pero habituales cuando se trabaja con un número relativamente pequeño de átomos...

El objetivo de este trabajo es que el estudiante aborde esta disciplina, a partir de los conocimientos de física cuántica y física estadística obtenidos durante los primeros tres años del Grado en Física (o cuatro años del Doble Grado en Matemáticas y Física). Para ello, el alumno deberá familiarizarse, en primer lugar, con el estado actual de la disciplina, con sus bases físicas y con su terminología. A continuación, y dada la amplitud del tema, se centrará en una de las siguientes posibilidades, que constituyen distintas líneas de investigación activas, tanto teóricas como experimentales, en este campo:

- Procesos de no equilibrio en sistemas cuánticos: disipación y producción de entropía; diferencias con el régimen clásico.
- Entrelazamiento y entropía: cómo las correlaciones cuánticas pueden generar entropía y justificar el segundo principio de la termodinámica.
- Física estadística fuera del equilibrio en sistemas cuánticos pequeños.
- Generalización de las colectividades estadísticas a sistemas en los que no bastan la energía y el número de partículas para su descripción colectiva.
- Termodinámica en sistemas cuánticos pequeños: equilibración, termalización y



dinámica.

En todos los casos, el alumno deberá entender el problema y su estado actual. En función de sus intereses, podrá profundizar en detalles sobre casos concretos (teóricos, experimentales o ambos) y/o realizar cálculos y simulaciones sencillas que le permitan profundizar en el tema.

METODOLOGÍA:

En todos los casos, el alumno deberá elegir una de las propuestas listadas en el apartado anterior y revisar su bibliografía básica, con el fin entender el problema y su estado actual. Después, en función de la orientación que adquiera el trabajo, podrá centrarse en:

- Realizar una búsqueda bibliográfica por su cuenta, para profundizar en aspectos concretos del problema elegido.
- Llevar a cabo cálculos o simulaciones sencillas en algún sistema físico adecuado al fenómeno en estudio.

Todas estas tareas serán tutorizadas.

BIBLIOGRAFÍA:

Se proporciona un conjunto relativamente grande de referencias, que se refieren a las distintas posibilidades planteadas en la ficha. El estudiante no tiene que leerlas todas, sino centrarse en las que se correspondan con el tema de su elección:

- J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, "Quantum thermodynamics, Emergence of thermodynamic behavior within composite quantum systems", Lect. Notes Phys. 657 (Springer, Berlin Heidelberg 2005).
- A. Polkovnikov, K. Sengupta, A. Silva, and M. Venalattore, "Colloquium: Nonequilibrium dynamics of closed interacting quantum systems", Review of Modern Physics 83, 863 (2011).
- S. Popescu, A. J. Short, A. Winter, "Entanglement and the foundations of statistical mechanics", Nature Physics 2, 754 (2006).
- M. Esposito, K. Lindenberg, and C. Van den Broeck, "Entropy production as correlation between system and reservoir", New Journal of Physics 12, 013013 (2010).
- R. Puebla and A. Relaño, "Irreversible processes without energy dissipation in an isolated Lipkin-Meshkov-Glick model", Physical Review E 92, 012102 (2015).
- J. Mur-Petir, A. Relaño, R. A. Molina, and D. Jaksch, "Revealing missing charges with generalised quantum fluctuation relations", Nature Communications 9, 2006 (2018).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Decoherencia, irreversibilidad y medidas cuánticas	
TITLE:	Decoherence, irreversibility and quantum measurements	
SUPERVISOR/ES:	Armando Relaño Pérez	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Uno de los mayores retos de la mecánica cuántica es resolver el problema de la medida.

En mecánica clásica, las ecuaciones predicen la evolución de magnitudes que son directamente accesibles al experimento. Además, las mismas ecuaciones pueden utilizarse para predecir el comportamiento del propio aparato de medida. Así pues, el mismo formalismo matemático describe el comportamiento de un sistema físico y los resultados de los experimentos que pueden hacerse sobre él.

En mecánica cuántica, la situación es totalmente diferente. La ecuación de Schrödinger describe la evolución de todos los sistemas cuánticos... excepto aquellos que denominamos "aparatos de medida", cuya dinámica se rige por un principio completamente diferente: el colapso de la función de ondas. Este principio constituye una anomalía: es la única ley fundamental intrínsecamente irreversible (no permite rastrear el pasado, pues el mismo resultado puede obtenerse de condiciones iniciales totalmente diferentes), y no está claramente definido cuándo ha de aplicarse (no sabemos qué características ha de tener un sistema físico para conformar un aparato de medida). Y, sin embargo, no solo funciona, sino que ha contribuido a desarrollar la teoría más precisa que se ha formulado.

El objetivo de este trabajo es que el estudiante explore una de las vías que podrían permitir resolver este problema: el formalismo de la decoherencia. Se pretende partir de los conocimientos adquiridos en las asignaturas de física cuántica, especialmente Física Cuántica I y Física Cuántica II, para entender tanto el problema de la medida cuántica como la solución que propone el formalismo de la decoherencia.

En función de sus intereses, el estudiante puede centrarse en un trabajo bibliográfico o simular un modelo sencillo de decoherencia, que le permita interpretar mejor las predicciones de este formalismo. Asimismo, puede estudiar



también la posible conexión entre la decoherencia y el segundo principio de la termodinámica, o explorar algunas de las más llamativas consecuencias de este formalismo, como la derivación de la regla de Born o el darwinismo cuántico.

METODOLOGÍA:

Una primera parte del trabajo consistirá en revisar la bibliografía básica. A continuación, en función de sus preferencias, el estudiante podrá:

- Profundizar en algunas de las características del formalismo de la decoherencia y/o el problema de la medida, buscando su propia bibliografía: paradojas como la del amigo de Wigner, *invariancia* y deducción de la regla de Born a partir de otros principios, darwinismo cuántico, medida cuántica e irreversibilidad...
- Simular un modelo sencillo de decoherencia.

Todas estas tareas serán tutorizadas.

BIBLIOGRAFÍA:

Se dan dos referencias básicas sobre el formalismo de la decoherencia, y dos referencias recientes sobre paradojas asociadas al problema de la medida cuántica. Según el tema de trabajo elegido por el estudiante, el tutor podrá recomendarle la lectura de otras referencias más específicas:

- W. H. Zurek, "Decoherence, einselection, and the quantum origins of the classical", *Review of Modern Physics* 75, 715 (2003).
- M. Scholssauer, "Decoherence, the measurement problem, and interpretations of quantum mechanics", *Review of Modern Physics* 76, 1267 (2003).
- D. Frauchiger and R. Renner, "Quantum theory cannot consistently describe the use of itself", *Nature Communications* 9, 3711 (2018).
- A. Relaño, "Decoherence framework for Wigner's friend experiments", *Physical Review A* 101, 032107 (2020).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Púlsares: Aceleradores cósmicos extremos	
TITLE:	Pulsars: Extreme cosmic accelerators	
SUPERVISOR/ES:	Marcos López Moya	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Los púlsares se encuentran entre los entornos astrofísicos más fascinantes, en los que la aceleración de partículas hasta energías ultra-relativistas origina la emisión de potentes chorros de rayos gamma.

Los púlsares son estrellas de neutrones en las que se combinan intensos campos gravitatorios y magnéticos (hasta más de un billón de veces el del Sol), junto con altísimas velocidades de rotación (de hasta ciento de veces por segundo). El efecto combinado da lugar a la emisión de potentes pulsos de radiación electromagnética a intervalos regulares. Recientemente se ha descubierto la emisión de rayos gamma de muy alta energía procedente de dos de estos objetos, hecho que desafía los modelos teóricos actuales.

Junto a la radiación emitida, las partículas aceleradas en los púlsares también podrían llegar hasta nosotros. Esto podría explicar parte del exceso de antimateria que ha sido detectado en torno a la Tierra.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de adquirir una comprensión general sobre los mecanismos de aceleración de partículas hasta energías ultra-relativistas en entornos astrofísicos violentos. Asimismo, se familiarizará con las técnicas de detección de rayos gamma con telescopios espaciales y terrestres de última generación.

METODOLOGÍA:

Aunque el trabajo incluye una importante parte bibliográfica, el alumno también podrá iniciarse en el análisis de datos de telescopios espaciales y terrestres. Para ello, además de la bibliografía general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan los últimos avances en el campo objeto de estudio. Eventualmente, se aprenderá a manejar herramientas de análisis de datos



astrofísicos y Python.

BIBLIOGRAFÍA:

- Introduction to Particle and Astroparticle Physics. A. de Angelis & M. Pimenta. Ed. Springer (2018)
- High energy cosmic rays. T. Stanev, Springer (2010)
- Particle Astrophysics. D. Perkins, Oxford University Press (2009)
- Very High Energy Cosmic Gamma Radiation Universe. F. A. Aharonian. World Scientific (2004)
- High-energy astrophysics. Vol. 1 y 2. M.S. Longair, Cambridge University Press (1992)
- <https://magic.mpp.mpg.de>
- <http://cta.gae.ucm.es>
- <https://fermi.gsfc.nasa.gov>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL	
TÍTULO:	Técnicas de espectroscopía atómica y molecular	
TITLE:	Techniques in Atomic and Molecular Spectroscopy	
SUPERVISOR/ES:	Francisco Blanco Ramos, Jaime Rosado Vélez	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El alumno realizará un trabajo práctico sobre técnicas de espectroscopia atómica y molecular, aprovechando las tareas de actualización y mejora de las prácticas de laboratorio para la asignatura "Física Atómica y Molecular". Ello podrá incluir el participar en la caracterización / calibración de la actual instrumentación, o del nuevo instrumental de que se está dotando al laboratorio, o en el diseño y montaje de nuevas prácticas.

METODOLOGÍA:

El alumno se familiarizará con instrumentación típica en espectroscopía atómica y molecular. En función de sus preferencias podrá centrarse en la caracterización y calibración de equipos ópticos, en tomar experiencia sobre los procedimientos y equipos de toma de datos, o en el proceso de planificación de nuevas prácticas.

BIBLIOGRAFÍA:

Building Scientific Apparatus, J.H. Moore, C.C. Davis, M.A. Coplan, 4th Edition, 2009

Además de la recomendada en la misma asignatura, como

B.H. Bransden, C.J. Joachain; Physics of atoms and molecules (Longman 1994)

Atkins, P.W. Molecular Quantum Mechanics (3ª ed. Oxford Univ. Press 2000).

Anne P. Thorne Spectrophysics (Chapman and Hall)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Física y música	
TITLE:	Physics and music	
SUPERVISOR/ES:	Luis Mario Fraile Prieto / José Manuel Udías Moineiro	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa X	Selección por expediente

OBJETIVOS:

Entender la relación entre física, música y sonido, desentrañando el papel de la acústica y la psicoacústica en la percepción musical. Estudio de la ecuación de ondas para instrumentos de cuerda y percusión, las escalas y temperamentos, la música digital y la síntesis, o la acústica y psicoacústica de altavoces y salas.

METODOLOGÍA:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el tema estudio, los modelos teóricos que los describen y si ha lugar las técnicas experimentales empleadas.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de datos, entornos de simulación, software de cálculo.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, y directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación.
4. Desarrollo del tema de estudio.
5. Redacción y revisión del trabajo.
6. Exposición de los trabajos en el Grupo de Física Nuclear antes de la presentación y defensa.

BIBLIOGRAFÍA:

Measured Tones: The Interplay of Physics and Music, Third Edition, 4 Jun 2009, Ian Johnston.

How Equal Temperament Ruined Harmony: And Why You Should Care – 31 oct 2008, Ross W. Duffin.

Sound Reproduction: The Acoustics and Psychoacoustics of Loudspeakers and Rooms (Audio Engineering Society Presents), 22 Aug 2008, Floyd Toole.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Instrumentación nuclear	
TITLE:	Nuclear instrumentation	
SUPERVISOR/ES:	José Manuel Udías Moinelo / Luis Mario Fraile Prieto	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente

OBJETIVOS:

Estudio de instrumentación empleada en experimentos de física nuclear de última generación, métodos experimentales en física nuclear, optimización y puesta a punto de detectores en el laboratorio, caracterización de sistemas de detección.

METODOLOGÍA:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre la instrumentación nuclear, detectores y las técnicas experimentales empleadas.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de datos, entornos de simulación, software de cálculo.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación, participación en seminarios del Grupo de Física Nuclear.
4. Desarrollo del tema de estudio.
5. Redacción y revisión del trabajo.
6. Exposición de los trabajos en el Grupo de Física Nuclear antes de la presentación y defensa.

BIBLIOGRAFÍA:

- Knoll, "Radiation Detection and Measurement", Wiley.
 - L'Annunziata MF, "Handbook of Radioactivity Analysis", third Edition 2012, Elsevier.
 - Leo, WF, "Techniques for nuclear and particle physics experiments" 1987 Springer-Verlag.
- <http://nuclear.fis.ucm.es>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2020-21

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Física de la división celular	
TITLE:	Physics of Cell Division	
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Cao García	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa X <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender las bases físicas de los procesos de división celular
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio físico de la división celular.

METODOLOGÍA:

- El alumno adquirirá a través de secciones seleccionadas de la bibliografía fundamental los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el proceso de división en general o un aspecto particular del proceso.

Este trabajo formativo incluye la interacción con el grupo UCM "Dinámica fuera del Equilibrio" de la Facultad que trabaja en el tema.

Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física. Aunque para los aspectos de mecánica de la constricción es recomendable un buen nivel en Física Teórica.

BIBLIOGRAFÍA:

Fundamental:

- D. Boal, Mechanics of the cell, 2ª edición, Cambridge, 2012
- Almendro-Vedia VG, Monroy F, Cao FJ (2013) Mechanics of Constriction during Cell Division: A Variational Approach. PLoS ONE 8(8): e69750. doi:10.1371/journal.pone.0069750- The Physics of Sports, <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-sports.html>