



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA	
Título:	Producción de entropía y conversión energética	
Title:	Entropy production and energy conversion	
Supervisor/es:	Vicenta María Barragán García	
E-mail supervisor/es	vmabarra@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

La eficiencia de los procesos de conversión energética está limitada por el segundo principio de la termodinámica. Los procesos irreversibles implicados en la conversión entre diferentes tipos de energía pueden ser analizados utilizando el formalismo de la termodinámica del no equilibrio. El objetivo que se plantea es conocer y comprender el formalismo de la termodinámica del no equilibrio implicado en los procesos de conversión energética y analizar estos últimos desde el punto de vista de la producción de entropía.

Metodología:

- Analizar de forma general los procesos de conversión energética desde el punto de vista de la producción de entropía.
- Selección, por parte del alumno, de un proceso concreto de conversión energética.
- Aplicar el estudio general al caso concreto seleccionado.

Bibliografía:

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.
- Non-Equilibrium Thermodynamics for engineers. S. Kjelstrup, D. Bedeaux, E. Johannessen. L. Gros, Word Scientific, 2010.
- 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA	
Título:	Aplicación de la termodinámica del no equilibrio al estudio de un fluido conductor isótropo en presencia de campos externos	
Title:	Application of the non-equilibrium thermodynamics to the study of an isotropic conductor fluid in the presence of external fields	
Supervisor/es:	Vicenta María Barragán García	
E-mail supervisor/es	vmabarra@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo que se plantea es estudiar, desde un punto de vista termodinámico, el comportamiento de un fluido conductor isótropo no reactivo, bajo la acción de campos gravitatorios y electromagnéticos.

Metodología:

Se aplicará el formalismo de la Termodinámica de los Procesos Irreversibles al sistema considerado para obtener la expresión general de la producción local de entropía del sistema. Se obtendrán las ecuaciones fenomenológicas en régimen lineal y se relacionarán los coeficientes fenomenológicos lineales con coeficientes de transporte medibles del sistema.

Bibliografía:

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.
- S. R. de Groot and P. Mazur, Non-Equilibrium Thermodynamics, (Dover, London) 2011
- 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 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	pacobr@fis.ucm.es , Jaime_ros@fis.ucm.es	
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 usando nuevos equipos y montajes experimentales que se están usando para la actualización y mejora de las prácticas de laboratorio de la asignatura "Física Atómica y Molecular". Ello podrá incluir participar en la caracterización y calibración de la instrumentación, así como en el diseño y el 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 adquirir experiencia sobre los procedimientos y los equipos de toma de datos, o en el proceso de planificación de un nuevo montaje experimental.

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.Brandsen, 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 2021-22

Ficha de Trabajo de 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 Carmen García Payo	
E-mail supervisor/es	fjfranco@fis.ucm.es mcgpayo@ucm.es	
Número de plazas:	1	
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
- 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.
- Adquisición de conocimientos sobre la medición de temperaturas próximas al cero absoluto.

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.
- S. Braun, J.P. Ronzheimer, et al. *Negative Absolute Temperature for Motional Degrees of Freedom*, Science, 339, 2013, 52-55.
- R. Olf, F. Fang et al. *Thermometry and cooling of a Bose gas to 0.02 times the condensation temperature*, Nature Physics, 11, 2015, 720-723.

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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Transporte en fluidos en microgravedad	
Title:	Fluid transport in microgravity	
Supervisor/es:	Loreto García Fernández	
E-mail supervisor/es	loreto.garcia@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	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 profesor del departamento especializado en el tema.

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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Parámetros estructurales y fenómenos de transporte en medios porosos	
Title:	Structural parameters and transport phenomena in porous media	
Supervisor/es:	Carmen García Payo	
E-mail supervisor/es	mcgpayo@ucm.es	
Número de plazas:	1	
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 nano-fibrosa 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 nano-estructurados 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Gestión sostenible del agua mediante tecnología de membranas	
Title:	Sustainable water management by membrane technology	
Supervisor/es:	Loreto García Fernández y Carmen García Payo	
E-mail supervisor/es	loreto.garcia@ucm.es mcgpayo@ucm.es	
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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Dispersión de neutrinos por núcleos mediante la interacción de corrientes cargadas	
Title:	Charged current neutrino-nucleus scattering	
Supervisor/es:	Raúl González Jiménez	
E-mail supervisor/es	raugon06@ucm.es	
Número de plazas:	1	
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.

En este trabajo nos centraremos en la interacción débil cargada, mediada por el intercambio de un bosón W^+ o W^- .

Metodología:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el proceso de interacción leptón-nucleón teniendo en cuenta la interacción electromagnética y débil.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo, en particular, desarrollo de programas de cálculo numérico para comparar los resultados teóricos con datos experimentales.
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:

Alvarez-Ruso et al., “NuSTEC White Paper: Status and challenges of neutrino–nucleus scattering”; [Progress in Particle and Nuclear Physics 100 \(2018\) 1–68](#).

J. D. Bjorken and S. D. Drell, Relativistic Quantum Mechanics (McGraw-Hill, New York, 1964).

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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Dispersión de neutrinos por núcleos mediante la interacción débil neutra	
Title:	Weak neutral current neutrino-nucleus scattering	
Supervisor/es:	Raúl González Jiménez	
E-mail supervisor/es	raugon06@ucm.es	
Número de plazas:	1	
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.

En este trabajo nos centraremos en la interacción débil neutra, mediada por el intercambio de un bosón Z^0 .

Metodología:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el proceso de interacción leptón-nucleón teniendo en cuenta la interacción electromagnética y débil.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo, en particular, desarrollo de programas de cálculo numérico para comparar los resultados teóricos con datos experimentales.
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:

Alvarez-Ruso et al., “NuSTEC White Paper: Status and challenges of neutrino–nucleus scattering”; [Progress in Particle and Nuclear Physics 100 \(2018\) 1–68](#).

J. D. Bjorken and S. D. Drell, Relativistic Quantum Mechanics (McGraw-Hill, New York, 1964).

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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Violación de paridad en dispersión de electrones: Contenido de extrañeza del nucleón	
Title:	Parity violating electron scattering: strangeness content of the nucleon	
Supervisor/es:	Raúl González Jiménez	
E-mail supervisor/es	raugon06@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>

Objetivos:

Comprender los conceptos básicos en los procesos de dispersión de leptones por nucleones bajo la acción de la interacción electromagnética y débil. Estudiar como el uso de estos procesos permite obtener información sobre la estructura interna del nucleón.

Metodología:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre el proceso de interacción leptón-nucleón teniendo en cuenta la interacción electromagnética y débil.
2. Aprendizaje del manejo de las herramientas necesarias para el trabajo, en particular, desarrollo de programas de cálculo numérico para comparar los resultados teóricos con datos experimentales.
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:

“Parity violation in elastic electron–nucleon scattering: Strangeness content in the nucleon”, R.González-Jiménez, J.A.Caballero, T.W.Donnely; [Physics Reports, Volume 524, Issue 1, March 2013, Pages 1-35.](#)

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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Obtención de H ₂ mediante Electrólisis	
Title:	H ₂ Generation by Electrolysis	
Supervisor/es:	Cristina Rincón Cañibano y Carlos Armenta Déu	
E-mail supervisor/es	crinconc@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Identificación y caracterización de los diferentes tipos de electrolizadores de H₂ existentes. Analizar las ventajas e inconvenientes
2. Identificación de los parámetros que determinan la eficiencia de funcionamiento de los electrolizadores de H₂
3. Proponer diferentes alternativas de mejora de la eficiencia para cada tipo de electrolizador

Metodología:

1. Se hará un estudio del estado del arte de los tipos de electrolizadores de H₂
2. Se analizarán las ventajas y las limitaciones de cada tipo de electrolizador
3. Se determinarán los diferentes parámetros que permitan evaluar la eficiencia del electrolizador
4. En base a las limitaciones de los electrolizadores, proponer ideas para mejorar la eficiencia

Bibliografía:

1. Pletcher, Derek, and Xiaohong Li. "Prospects for Alkaline Zero Gap Water Electrolysers for Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 36, no. 23 (November 2011)
2. Seetharaman, Swaminathan, Subash Chandrabose Raghu, and Kambiz Ansari Mahabadi. "Enhancement of Current Density Using Effective Membranes Electrode Assemblies for Water Electrolyser System." *Journal of Energy Chemistry* 25, no. 1 (January 2016): 77–84.
3. Chade, Daniel, Leonard Berlouis, David Infield, Andrew Cruden, Peter Tommy Nielsen, and Troels Mathiesen. "Evaluation of Raney Nickel Electrodes Prepared by Atmospheric Plasma Spraying for Alkaline Water Electrolysers." *International Journal of Hydrogen*

Energy 38, no. 34 (November 2013): 14380–90

4. Smolinka, Tom, Emile Tabu Ojong, and Jürgen Garche. "Hydrogen Production from Renewable Energies—Electrolyzer Technologies." In *Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing*, 103–28. Elsevier, 2015.
5. Marcelo Carmo et al, "A comprehensive review on PEM water electrolysis", *International Journal of hydrogen energy*, Elsevier, 2013.
6. Dmitri Bessarabov, "PEM electrolysis for hydrogen production. Principles and Applications", CRC Press Taylor & Francis Group, 2016.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Análisis de Señales de Electroencefalografía	
Title:	Electroencephalography Signal Analysis	
Supervisor/es:	Joaquín López Herraiz	
E-mail supervisor/es	jlopezhe@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Estudio de los conceptos de física relevantes para el análisis de señales de encefalografía (EEG), tales como modelos de generación de señales, propagación de ondas y reconstrucción de señales. Análisis de sus principales limitaciones y métodos actuales para superarlas, como el uso de redes neuronales.

Metodología:

1. Familiarización con los aspectos más relevantes sobre la instrumentación en EEG, y las técnicas de análisis de señales más utilizadas.
2. Aprendizaje de las herramientas necesarias para el trabajo: programas de análisis de señales de EEG, detección de correlaciones, entornos de simulación y cálculo.
4. Simulación/Recogida de datos con un equipo sencillo de EEG.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, directrices para la elaboración de la memoria y la presentación.
5. Redacción y revisión del trabajo.
6. Exposición de los trabajos antes de la presentación y defensa.

Bibliografía:

- Brain Signals: Physics and Mathematics of MEG and EEG - Risto J. Ilmoniemi y Jukka Sarvas. MIT Press. 2019.
- Subha, D.P., Joseph, P.K., Acharya U, R. et al. EEG Signal Analysis: A Survey. J Med Syst 34, 195–212 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10916-008-9231-z>
- EEG Signal Reconstruction Using a Generative Adversarial Network With

Wasserstein Distance and Temporal-Spatial-Frequency Loss.

<https://doi.org/10.3389/fninf.2020.00015>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Inteligencia Artificial en Imagen Médica	
Title:	Artificial Intelligence in Medical Imaging	
Supervisor/es:	Joaquín López Herraiz	
E-mail supervisor/es	jlopezhe@ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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 Imágenes de 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 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 in medical imaging and radiation therapy – B. Sahiner et al. (2018) <https://doi.org/10.1002/mp.13264>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Imagen por Ultrasonidos	
Title:	Ultrasound Imaging	
Supervisor/es:	Joaquín López Herraiz	
E-mail supervisor/es	jlopezhe@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	alvarop@ucm.es	
Número de plazas:	2	
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 el supervisor 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. El supervisor guiará 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 el supervisor.

Bibliografía:

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

1. I. Mártil. “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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	imartil@ucm.es / eric.garcia@ucm.es	
Número de plazas:	2	
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 este 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 de este: 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 and Sons, New Jersey, 2006. Capítulos 1, 8 y 10
- 3.- I. Mártil "Propiedades ópticas de semiconductores"



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	imartil@ucm.es / eric.garcia@ucm.es	
Número de plazas:	3	
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 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 células solares, así como los logros de estas 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



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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:	Ignacio Mártil de la Plaza/María Luisa Lucía Mulas	
E-mail supervisor/es	imartil@ucm.es/mlucia@ucm.es	
Número de plazas:	4	
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 LEDs 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Estado del arte de la caracterización dieléctrica celular	
Title:	State of art of cellular characterization	
Supervisor/es:	Sagrario Muñoz San Martín, Pedro Antoranz Canales	
E-mail supervisor/es	smsm@ucm.es , antoranz@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Se revisarán las distintas técnicas electrocinéticas y sus aplicaciones para la caracterización y separación celular en distintas aplicaciones biofísicas. Se plantearán los nuevos retos en las aplicaciones actuales y futuras para estudiar nuevas propuestas para optimizar las técnicas existentes. Un estudio comparativo entre las distintas técnicas permitirá obtener conclusiones relativas a la posible elección de una de ellas y la optimización de las distintas características electrónicas.

Metodología:

Se analizarán las distintas aplicaciones existentes y se aplicará a unos resultados experimentales.

Bibliografía:

- Ngoc Le H. T., J. Kim, Park J. J. and Cho S. "A review of electrical impedance characterization of cells for label-free and real-time assays". *BioChip J.* (2019) 13(4): 295-305.
- Bürgel SC, Escobedo C, Haandbæk N, Hierlemann A (2015) On-chip electroporation and impedance spectroscopy of single-cells. *Sens Actuators B* 210:82–90.
- Čemažar J, Miklavčič D, Kotnik T (2013) Microfluidic devices for manipulation, modification and characterization of biological cells in electric fields—a review. *J Microelectron Electron Compon Mater* 43(3):143–161.

Al constituir uno de los objetivos del Trabajo la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno estas referencias como punto de partida y se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Análisis de registro electrofisiológicos cerebrales mediante Magnetoencefalografía	
Title:	Analysis of brain electrophysiological recordings by Magnetoencephalography	
Supervisor/es:	Sagrario Muñoz San Martín	
E-mail supervisor/es	smsm@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

En el presente TFG el alumno llevará a cabo el análisis de una serie de datos electrofisiológicos cerebrales, registrados mediante Magnetoencefalografía (MEG). Con dicho análisis se pretende que el alumno adquiera habilidades en el manejo de estos registros, así como en el uso de las diferentes herramientas software (como Brainstorm, Matlab, Freesurfer, etc.) que se suelen emplear en dichos estudios, y por último, que tenga la oportunidad de iniciarse en la investigación en Neurociencia, en la teoría de señales electrofisiológicas y de sistemas dinámicos.

Metodología:

La Magnetoencefalografía es una técnica de neuroimagen que se usa para medir campos magnéticos extremadamente débiles, como los producidos por las corrientes iónicas de las neuronas del cerebro. Gracias a ella podemos obtener información muy relevante, y sobre todo a nivel temporal, sobre la actividad neuronal producida en distintas regiones del cerebro humano. Además, para analizar las señales obtenidas mediante MEG, se pretende emplear también la llamada Conectividad Funcional (CF), un concepto que nos permite describir como se coordinan las distintas regiones cerebrales con el fin de ejecutar una tarea cognitiva. La CF se basa principalmente en la teoría de sistema dinámicos.

Bibliografía:

Friston K. J., (1994) Functional and effective connectivity in neuroimaging: A synthesis. Human Brain Mapping 2, (1).

García-Prieto J. & al. (2017) Efficient computation of functional brain networks: toward real-time functional connectivity. *Front neuroinform* 11 (8).

Niso G. et al. (2019) Brainstorm pipeline analysis of resting state data from the open MEG archive". *Front. Neuroscience*. 13 (284).

Varela, F. & al. (2001). The Brainweb: Phase Synchronization and Large-Scale Integration. *Nature reviews. Neuroscience*. 2. 229-39.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Nuevos retos en la Estimulación Cerebral Profunda	
Title:	New Challenges of Deep Brain Stimulation	
Supervisor/es:	Sagrario Muñoz San Martín, Pedro Antoranz Canales	
E-mail supervisor/es	smsm@ucm.es , antoranz@ucm.es	
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 revisarán las características eléctricas de la estimulación y otras alternativas eléctricas que permitan el resurgimiento de una técnica no invasiva.

Metodología:

La estimulación cerebral profunda es una técnica de estimulación invasiva que lleva utilizándose como terapia en distintas patologías como por ejemplo el Parkinson. Sin embargo, a pesar del efecto terapéutico demostrado, existen todavía efectos adversos colaterales o pacientes en los que el efecto no es el deseado. El volumen de tejido activado es primordial para entender los resultados de la estimulación. Se comparará el volumen de tejido activado con la estimulación cerebral profunda tradicional con optimizaciones de dicha técnica y con nuevas propuestas que permitan reducir los efectos colaterales de la cirugía y con estimulaciones alternativas no invasivas.

Bibliografía:

M. Lozano et al. "Deep Brain Stimulation: current challenges and future directions" Nat. Rev Neurol. 2019 March: 15(3): 148-160.
M. Hariz. "Deep Brain Stimulation: new techniques", Parkinsonism and Related Disorders 20S1 (2014) S192-S196.

Al constituir uno de los objetivos del Trabajo la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno estas referencias como punto de partida y se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Caracterización dieléctrica celular con técnicas electrocinéticas	
Title:	Dielectric cellular characterization via electrokinetics techniques	
Supervisor/es:	Sagrario Muñoz San Martín, Pedro Antoranz Canales	
E-mail supervisor/es	smsm@ucm.es , antoranz@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Se revisarán las distintas técnicas electrocinéticas existentes para la caracterización dieléctrica de biopartículas. Un estudio comparativo permitirá obtener conclusiones relativas a la posible elección de una de ellas y la optimización de la configuración de los electrodos. Se estudiarán sus aplicaciones para la caracterización y separación en distintas aplicaciones biofísicas.

Metodología:

Se analizarán los resultados obtenidos con una de ellas para la diferenciación de células viables y no-viables. Se estudiarán distintas configuraciones de electrodos para analizar la distribución de campo eléctrico con la técnica de elementos finitos.

Bibliografía:

E. Adekanmbi and S. K. Srivastava. "Dielectric characterization of bioparticles via electrokinetics: The past, present and future. Applied Physics Reviews. Dec 2019

Al constituir uno de los objetivos del Trabajo la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno esta referencia como punto de partida y se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Caos y física estadística en sistemas cuánticos	
Title:	Chaos and statistical physics in quantum systems	
Supervisor/es:	Armando Relaño Pérez	
E-mail supervisor/es	armando.relano@fis.ucm.es	
Número de plazas:	3	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

En mecánica clásica, la relación entre caos y mecánica estadística es bien conocida. Por un lado, existe una manera precisa de definir el caos, que abarca tanto sus características fundamentales (por ejemplo, la extrema sensibilidad a las condiciones iniciales) como sus propiedades matemáticas. Por otro, la hipótesis ergódica, a partir de la cual se fundamenta la mecánica estadística, se basa en el caos, pues solamente los sistemas caóticos la cumplen rigurosamente.

En mecánica cuántica, por el contrario, no es fácil establecer una relación semejante. Si bien suele entenderse que hay una relación entre física estadística y caos, la situación es muy complicada por dos motivos. Primero, la linealidad de la ecuación de Schrödinger hace imposible trasladar tanto la fenomenología del caos como su definición matemática a la mecánica cuántica. Segundo, y a consecuencia de ello, la mecánica estadística no está tan sólidamente fundamentada como en el mundo clásico.

El estudiante partirá de los conocimientos adquiridos en las asignaturas del Grado, como Física Cuántica I y II, y Física Estadística, para abordar el estudio del caos y/o la física estadística en sistemas cuánticos. En particular, podrá elegir entre los siguientes objetivos, de acuerdo con sus intereses:

- Caos en mecánica cuántica. ¿Cómo se define? ¿Cuál es su relación con el caos en mecánica clásica? ¿Qué consecuencias puramente cuánticas conlleva?
- Termodinámica en sistemas cuánticos pequeños. ¿Cuál es relación entre la dinámica dada por la ecuación de Schrödinger y el equilibrio termodinámico?
- Entrelazamiento y entropía. ¿Se puede relacionar la entropía termodinámica

con el entrelazamiento cuántico? ¿Podríamos así justificar el segundo principio de la termodinámica?

- Procesos de no equilibrio en sistemas cuánticos. ¿Cómo caracterizamos la disipación a partir de la ecuación de Schrödinger?
- Otros temas de actualidad relacionados con el caos cuántico y la física estadística cuántica.

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. El objetivo es que el estudiante discuta sus pasos con el tutor, de manera análoga a como se hace durante una investigación.

Bibliografía:

Se dan unas pocas referencias generales. En función de la elección del estudiante, el tutor proporcionará referencias más específicas. Además, si su trabajo es de naturaleza bibliográfica, el estudiante realizará por su cuenta una búsqueda más detallada.

- 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).
- O. Bohigas, "Quantum chaos", *Nuclear Physics A* 751, 343 (2005).
- A. Relaño, "Caracterización del caos cuántico mediante series temporales", tesis doctoral, UCM (2004).
- D. Ullmo, "The Bohigas-Giannoni-Schmit conjecture", *Scholarpedia* 11(9):31721.
- 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. Rigol, V. Dunjko, and M. Olshanii, "Thermalization and its mechanism for generic isolated quantum systems", *Nature* 452, 854 (2008).
- Y. Guryanova, S. Popescu, A. J. Short, R. Silva, and P. Skrzypczyk, "Thermodynamics of quantum systems with multiple conserved quantities", *Nature Communications* 7, 12049 (2016).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Modelos estocásticos de sistemas nanomecánicos	
Title:	Stochastic modelling of nanomechanical systems	
Supervisor/es:	Juan Manuel Rodríguez Parrondo	
E-mail supervisor/es	parrondo@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Estudiar desde un punto de vista numérico dispositivos nanométricos (nanotubos de carbono) en los que se acopla el transporte de carga con oscilaciones mecánicas. Estos sistemas permiten explorar aspectos fundamentales de la física a escalas nanométricas, como son el efecto de las fluctuaciones térmicas en la energética de procesos de no equilibrio o los efectos cuánticos en la termodinámica.

Metodología:

Se utilizarán modelos estocásticos clásicos basados en la ecuación de Langevin y en la de Fokker-Planck y se abordarán tanto de forma analítica como a través de simulaciones en Python. Se intentará también ampliar estos modelos para incorporar grados de libertad puramente cuánticos.

Bibliografía:

1. Vigneau, F., Monsel, J., Tabanera, J., Bresque, L., Fedele, F., Anders, J., ... & Ares, N. (2021). Ultrastrong coupling between electron tunneling and mechanical motion. *arXiv preprint arXiv:2103.15219*.
2. Blanter, Y. M., Usmani, O., & Nazarov, Y. V. (2004). Single-electron tunneling with strong mechanical feedback. *Physical review letters*, 93(13), 136802.
3. Wächtler, C. W., Strasberg, P., Klapp, S. H., Schaller, G., & Jarzynski, C. (2019). Stochastic thermodynamics of self-oscillations: the electron shuttle. *New Journal of Physics*, 21(7), 073009.

4. Wen, Y., Ares, N., Schupp, F. J., Pei, T., Briggs, G. A. D., & Laird, E. A. (2020). A coherent nanomechanical oscillator driven by single-electron tunnelling. *Nature physics*, 16(1), 75-82.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Determinación de la dimensión fractal de una red neuronal in vitro	
Title:	Determination of the fractal dimension of an in vitro neuronal network	
Supervisor/es:	Juan Manuel Rodríguez Parrondo	
E-mail supervisor/es	parrondo@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo principal es caracterizar la dimensión fractal de redes complejas que se auto organizan en el espacio y en el tiempo, extendiendo el concepto de la dimensión de correlación de sistemas dinámicos a una red espacial usando las trayectorias de caminantes aleatorios que exploran la red como series temporales. Se aplicará al estudio de la evolución de la dimensión fractal de redes neuronales in vitro y sintéticas de modelos de crecimiento con el objetivo de ver si la dimensión de red es capaz de explicar los mecanismos que gobiernan la organización de la red.

Metodología:

Los métodos que se emplearán comprenden tanto el análisis de redes complejas como de series temporales de sistemas dinámicos. Mediante la segmentación de imágenes de microscopía de cultivos neuronales, se analizará la red de conexiones a lo largo de su desarrollo y la de un modelo de crecimiento de red neuronal. Analizando la trayectoria que un caminante aleatorio realizaría sobre estas redes se puede estimar la dimensión de estas redes suponiendo que las trayectorias contienen información sobre la estructura que condiciona su movimiento. Se compararán los parámetros topológicos clásicos de red como el clustering y el camino medio con la dimensión fractal.

Bibliografía:

1. L. Lacasa, J. Gómez-Gardeñes, Physical Review Letters 110, 168703 (2013).
2. D. de Santos-Sierra et al., PLOSONE 9, e85828 (2014).

3. S. Boccaletti et al., Physics Reports 424, 175 (2006).
4. M. Barthélemy, Physics Reports, 499, 1 (2011).
5. J.P. Eckmann et al., Physics Reports 449, 54 (2007).
6. J.P. Eckmann and D. Ruelle, Review Modern Physics 57, 3 (1985).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física de las células solares: contactos pasivantes selectivos	
Title:	Physics of solar cells: passivating selective contacts	
Supervisor/es:	Enrique San Andrés Serrano	
E-mail supervisor/es	esas@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El campo de las energías renovables en general, y de los sistemas fotovoltaicos en particular, es de gran actualidad, dada la grave crisis climática a la que nos enfrentaremos en un futuro cercano de no corregirse la tendencia actual de emisiones crecientes de CO₂. Esta posibilidad de crisis junto con la reducción de costes de las energías renovables está produciendo un crecimiento exponencial de la capacidad fotovoltaica instalada mundial. España es uno de los países con mayor crecimiento, dado nuestro excelente recurso solar y la eliminación de gran parte de las trabas regulatorias.

En el marco de este campo, en este trabajo fin de grado se pretende que el alumno aplique los conocimientos adquiridos durante el Grado en Física para introducirse en el campo de la física de las células fotovoltaicas. Para ello se propone un Trabajo Fin de Grado con varios puntos:

1. Estudiar el efecto fotovoltaico desde el punto de vista de los principios físicos fundamentales.
2. Conocer las tendencias tecnológicas en la investigación actual sobre células fotovoltaicas con contactos selectivos pasivantes.
3. Realizar una simulación básica de una célula fotovoltaica, que permita afianzar el conocimiento de los fundamentos físicos de las células fotovoltaicas.

Para el correcto desarrollo de este trabajo es necesario una fuerte vocación aplicada, y además, se recomienda cursar o haber cursado las asignaturas “Electrónica Física” y “Dispositivos Electrónicos y Nanoelectrónica”.

Metodología:

- 1.- Estudio de libros y publicaciones sobre células fotovoltaicas.
- 2.- Una vez adquiridos los conocimientos básicos necesarios, simulación de una célula fotovoltaica que permita comprobar los principios físicos del efecto fotovoltaico

Bibliografía:

- 1.- U. Würfel, A. Cuevas y P. Würfel, "Charge Carrier Separation in Solar Cells," IEEE Journal of Photovoltaics, 5(1), pp. 461-469, 2015, 10.1109/JPHOTOV.2014.2363550.
- 2.- P. Würfel, U. Würfel. "Physics of solar cells. From Principles to New Concepts". 3ª edición. Wiley, 2016.
- 3.- T. Markvart, L. Castañer "Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications". Elsevier, 2003.
- 4.- T. Allen, J. Bullock, X. Yant, *et al.* "Passivating contacts for crystalline silicon solar cells". Nature Energy, 4(11), pp. 914-928, 2019. 10.1038/s41560-019-0463-6.

Esta es una bibliografía inicial que se podrá actualizar y ampliar durante el desarrollo del trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Radioterapia FLASH: una revolución en oncología radioterápica	
Title:	FLASH Radiotherapy: a revolution in radiation oncology	
Supervisor/es:	Daniel Sánchez Parcerisa	
E-mail supervisor/es	dsparcerisa@ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Conocer las últimas investigaciones en radioterapia de ultra-alta tasa (FLASH) con fotones, protones y electrones.
- Modelar, utilizando códigos de Monte Carlo existentes, el efecto de distintas variables biológicas en el efecto diferencial de la tasa de dosis en tumores frente a tejidos sanos.
- Explorar, mediante medidas experimentales con una sonda de oxígeno, la viabilidad de realizar medidas directas del nivel de oxigenación de tejidos y muestras biológicas durante su irradiación a alta tasa.

Metodología: El alumno comenzará realizando un estudio bibliográfico de la literatura publicada en los últimos cinco años sobre la radioterapia de ultra-alta tasa o FLASH, partiendo de revisiones bibliográficas (Esplen 2020) y de la descripción del primer tratamiento a un paciente humano (Bourhis 2019). Una vez sentadas las bases, el TFG se completará con medidas experimentales (utilizando una sonda de oxígeno sin contacto) de la variación del nivel de oxígeno disuelto en agua en diferentes condiciones de irradiación, así como de una simulación de las medidas previstas utilizando códigos de Monte Carlo como TOPAS-nBIO y otros derivados de él (no son necesarios conocimientos avanzados de programación).

Bibliografía:

Esplen, N., Mendonca, M. S., & Bazalova-Carter, M. (2020). Physics and biology of ultrahigh dose-rate (FLASH) radiotherapy: a topical review. *Physics in Medicine & Biology*, 65(23), 23TR03.

Bourhis, J., Sozzi, W. J., Jorge, P. G., Gaide, O., Bailat, C., Duclos, F., ... & Vozenin, M. C. (2019). Treatment of a first patient with FLASH-radiotherapy. *Radiotherapy and oncology*, 139, 18-22.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	d.nieto@ucm.es	
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 y, consecuentemente, uno de los campos de investigación más activos.

El/la alumno/a 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:

La/el alumna/o 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Inteligencia artificial aplicada a física de astropartículas: introducción a las técnicas de aprendizaje profundo	
Title:	Artificial intelligence applied to astroparticle physics: introduction to deep learning techniques	
Supervisor/es:	Daniel Nieto Castaño	
E-mail supervisor/es	d.nieto@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

La aparición de nuevos modelos de redes neuronales y la multiplicación de la potencia de cálculo disponible están dando un nuevo impulso a las técnicas de inteligencia artificial conocidas como aprendizaje profundo (deep learning).

Este trabajo busca que la/el alumna/o conozca las bases de estas técnicas, su actual aplicación en el campo de la física experimental y que las aplique en algunos ejemplos sencillos dentro del marco de la física de astropartículas. Los telescopios Cherenkov detectan de forma indirecta rayos gamma de altas energía de origen extraterrestre. Este tipo de telescopios funciona detectando imágenes de las cascadas de partículas generadas como consecuencia de la absorción atmosférica de dichos rayos gamma. Otros tipos de partículas (en su mayoría núcleos de Hidrógeno y Helio) llamados de forma genérica rayos cósmicos, también inciden en la atmósfera terrestre, generando cascadas muy similares. Inferir las propiedades de la partícula causante de estas cascadas a partir de las imágenes capturadas por los telescopios es una pieza fundamental para el funcionamiento de estos instrumentos. Este trabajo pretende explorar el potencial de las técnicas de *deep learning* al problema de reconstrucción de sucesos de telescopios Cherenkov.

Metodología:

Se proporcionará al/a la alumno/a bibliografía básica sobre los fundamentos de las técnicas de *deep learning* y el estado del arte, así como sobre el software libre utilizado para en el campo.

Se dispone asimismo de ordenadores equipados con hardware y software específicos para acelerar el entrenamiento de sistemas de redes neuronales, donde se realizarán aplicaciones sencillas.

Bibliografía:

- Nieto et al., Reconstruction of IACT events using deep learning techniques with CTLearn, XXX ADASS Conference
<https://arxiv.org/abs/2101.07626>
- LeCunn et al., *Deep Learning*, Nature 521, 436-444 (2015)
<http://www.nature.com/nature/journal/v521/n7553/full/nature14539.html>
- Goodfellow et al., *Deep Learning*, MIT Press (2016)
<https://www.deeplearningbook.org/>
- <https://github.com/ctlearn-project/ctlearn>
- <https://www.cta-observatory.org/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

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	
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	barrio@gae.ucm.es	
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:

- *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 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
TÍTULO:	Sistemas de trigger y asignación de tiempos en telescopios de rayos gamma	
TITLE:	Trigger and time-stamping in gamma-ray telescopes	
SUPERVISOR/ES:	Juan Abel Barrio Uña / Luis Ángel Tejedor Álvarez	
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	barrio@gae.ucm.es / luistejedor@ucm.es	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- 1 - Entender las necesidades de los sistema de decisión y distribución de trigger y de asignación de tiempos en sistemas distribuidos de telescopios de rayos gamma
- 2- Conocer los sistemas distribuidos de última generación para la asignación de tiempos absolutos con precisiones de nanosegundo.
- 3- Desarrollo y utilización de montajes de prueba en laboratorio para sistemas de trigger y de asignación de tiempos en telescopios de rayos gamma.

METODOLOGÍA: Se le proporcionará al alumno bibliografía actualizada sobre sistemas de trigger y de asignación de tiempos distribuida y artículos sobre aplicaciones concretas en telescopios de rayos gamma. Así mismo el estudiante podrá utilizar un montaje de prueba en laboratorio para gestión de señales de trigger y de asignación de tiempos para los telescopios de rayos gamma del proyecto CTA, añadiendo mejoras al sistema y analizando los resultados producidos por el propio sistema. Así mismo, el estudiante podrá comparar los resultados de las medidas del laboratorio con las que producen los propios telescopios de CTA. El estudiante tendrá reuniones frecuentes con los tutores y personas de sus grupos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

- *TeV Astronomy*. Frank M. Rieger, Emma de Ona-Wilhelmi, Felix A. Aharonian.
ArXiv:1302.5603



- An Analog Trigger System for Atmospheric Cherenkov Telescope Arrays , L.A. Tejedor et al.. **IEEE Trans. Nucl. Sci.** **60** (2013) 2367.
- The White Rabbit project. Serrano J. et al., 12th ICALEPCS, Kobe, Japan, 2009.
- TiCkS: A Flexible White-Rabbit Based Time-Stamping Board. Champion C. et al., 16th ICALEPCS, Barcelona, Spain, 2017.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	jlcontreras@fis.ucm.es	
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 luz que nos llega de las estrellas es coherente. Ello da lugar al sorprendente efecto Hanbury Brown y Twiss: las fluctuaciones rápidas de la luz recibida de una estrella en puntos separados decenas o cientos de metros están correlacionadas. La interferometría de intensidad (distinta de la de fase tradicional) usa este hecho para alcanzar resoluciones angulares extremas, por debajo de 1 milisegundo de arco y medir magnitudes como radios estelares.

En los últimos años los observatorios Cherenkov han revitalizado este campo. Usaremos datos del interferómetro construido por el observatorio MAGIC para medir el radio de una muestra de estrellas.

Son recomendables conocimientos de programación.

Bibliografía:

- https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Hanbury_Brown_y_Twiss
- 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Análisis de señales ópticas transitorias con MAGIC	
Title:	Analysis of optical transients with MAGIC	
Supervisor/es:	José Luis Contreras González	
E-mail supervisor/es	jlcontreras@fis.ucm.es	
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 de los telescopios Cherenkov en la detección de transitorios ópticos.
- 2- Aprender a analizar datos ópticos de telescopios Cherenkov.
- 3- Analizar datos de distintos fenómenos ópticos transitorios astronómicos.

Metodología:

Se le proporcionará a la alumna/o bibliografía actualizada sobre objetivos físicos que se pueden alcanzar analizando datos variables rápidamente en el óptico.

Se le proporcionará a la alumna/o datos recogidos con los telescopios y se analizarán algunos casos sencillos.

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

Bibliografía:

The central pixel of the MAGIC telescope for optical observations. P. Antoranz et al. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/23162/>

Stellar occultations. <https://en.wikipedia.org/wiki/Occultation>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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/es:	Óscar Moreno Díaz	
E-mail supervisor/es	osmoreno@ucm.es	
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.
- Búsqueda y consulta de referencias científicas especializadas.
- Realización de cálculos analíticos o numéricos para reproducir algunos de los fenómenos ya conocidos o para calcular casos nuevos.
- Presentación y análisis de resultados y conclusiones.

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.

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.
- T. W. Donnelly, J. A. Formaggio, B. R. Holstein, R. G. Milner, B. Surov, *Foundations of Nuclear and Particle Physics*, Cambridge University Press.
- C. Burgess, G. Moore, *The Standard Model: A primer*, Cambridge University Press.
- 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.

- Artículos (en función de la orientación elegida para el trabajo):

- 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'.
- B. Hernández, P. Sarriguren, O. Moreno, E. Moya de Guerra, D. N. Kadrev, A. N. Antonov, *Phys. Rev. C* 103, 014303 (2021). 'Nuclear shape transitions and elastic magnetic electron scattering'.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Usando rayos gamma para estudiar la evolución de galaxias	
Title:	Using gamma rays to study galaxy evolution	
Supervisor/es:	Alberto Domínguez	
E-mail supervisor/es	alberto@gae.ucm.es	
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.

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.

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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Estudio de modelos de luz de fondo extragaláctica	
Title:	Study of extragalactic background light models	
Supervisor/es:	Alberto Domínguez	
E-mail supervisor/es	alberto@gae.ucm.es	
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 nos centraremos en el estudio de los modelos tanto teóricos como observacionales de EBL, y finalmente seremos capaces de responder a la cuestión histórica de cómo de oscuro es el cielo nocturno, 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 2021-22

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	
E-mail supervisor/es	cardeu@fis.ucm.es	
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=es&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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física Biológica	
Title:	Biological Physics	
Supervisor/es:	Francisco Javier Cao García	
E-mail supervisor/es	francao@ucm.es	
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 (motores moleculares, división celular, ...)
- 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 de varios procesos biológicos o centrarse en uno particular.
- Este trabajo incluye 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Dinámica estocástica de poblaciones	
Title:	Stochastic population dynamics	
Supervisor/es:	Francisco Javier Cao García / Luis Dinis	
E-mail supervisor/es	francao@ucm.es / ldinis@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Comprender las bases de la dinámica estocástica de poblaciones. 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 incluye 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 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	francao@ucm.es	
Número de plazas:	1	
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 incluye 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física aplicada al deporte	
Title:	Physics of Sport	
Supervisor/es:	Francisco J. Cao García / Juan Pedro García Villaluenga	
E-mail supervisor/es	francao@ucm.es / juanpgv@fis.ucm.es	
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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Introducción a la Astrofísica de Muy Altas Energías	
Title:	Introduction to Very High Energy Astrophysics	
Supervisor/es:	José Luis Contreras González y Atreyee Sinha	
E-mail supervisor/es	jlcontreras@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

En el universo existen fuentes que aceleran partículas a energías mucho mayores que las que se alcanzan en los mayores aceleradores terrestres. La Astrofísica de muy Altas Energías busca entender estos objetos, los procesos que tienen lugar en su interior y su importancia para la Física Fundamental. Este trabajo debería permitir al estudiante:

- entender cuáles son los procesos cósmicos y fuentes que generan partículas de muy altas energías y qué podemos aprender estudiándolas.
- conocer las técnicas para detectar y estudiar la radiación cósmica de muy alta energía.
- analizar datos sencillos o modelos de fuentes de muy altas energías usando librerías de código ya existentes y aprender las bases estadísticas de estos análisis.

Metodología:

Se le proporcionará a la alumna/o bibliografía actualizada sobre Astrofísica de Muy Altas Energías que le capacite para entender los procesos físicos que tienen lugar en el universo y las técnicas experimentales que se usan para estudiarlas. Dependiendo de las preferencias de la alumna/alumno se enfocará el trabajo hacia un estudio bibliográfico o práctico. En el caso de inclinarse por un trabajo práctico usaremos las capacidades del código *Gammapy* para realizar análisis de datos o simulaciones de fuentes de Muy Altas Energías.

Son recomendable conocimientos de inglés y de programación si se quiere enfocar el trabajo con una componente práctica.

Habrán reuniones frecuentes entre el o la estudiante y los tutores del trabajo.

Bibliografía:

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

<https://gammapy.org/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Las carreras de caballos de Kelly con estimación de la probabilidad	
Title:	Estimating winning probabilities in Kelly's horse race model	
Supervisor/es:	Luis Dinis Vizcaíno	
E-mail supervisor/es	ldinis@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

En 1956, Kelly introdujo un modelo simple de juego que puede representarse como apuestas sobre el ganador de una carrera de caballos, por ejemplo. En el artículo, Kelly propone su criterio para optimizar las ganancias: la apuesta proporcional. El modelo de Kelly de carreras de caballos tiene aplicaciones diversas, desde el mercado financiero al estudio del fenómeno de "bet-hedging" en biología, además de tener relación con la teoría de la información y la termodinámica a través de los teoremas de fluctuación y las relaciones de incertidumbre.

Sin embargo, el criterio de Kelly necesita conocer las probabilidades, lo que en la práctica no suele ocurrir. El objetivo principal de este trabajo es analizar el efecto sobre el capital acumulado de diferentes técnicas para estimar las probabilidades en base a los resultados pasados.

Metodología:

El grueso del trabajo consistirá en realizar simulaciones por ordenador del modelo de Kelly con diversos métodos de estimación de la probabilidad. Para ello será preciso revisar bibliografía sobre la estimación de probabilidades de sucesos en base a resultados pasados. A modo de ejemplo, se puede comenzar por estimación frecuentista, y estudiar otras posibilidades como estimación Bayesiana, o incluso técnicas machine learning.

Son por tanto recomendables conocimientos de algún lenguaje de programación, sea Matlab o Python o similar.

Bibliografía:

[1] John L. Kelly, "A New Interpretation of Information Rate", Bell System Technical Journal. 35 (4): pp. 917–926, 1956

[2] Thomas M. Cover and Joy A. Thomas, "Elements of Information Theory", 2nd ed., 2006

[3] William Poundstone, "Fortune's Formula: The Untold Story of the Scientific Betting System That Beat the Casinos and Wall Street", 2006

[4] Kelly investing with iteratively updated estimates of the probability of success. Zheng Song. Master thesis. 2017



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Tomografía por emisión de positrones con tiempo de vuelo	
Title:	Time of flight on positron emission tomography	
Supervisor/es:	Samuel España Palomares	
E-mail supervisor/es	sespana@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

La tomografía por emisión de positrones es una técnica de imagen diagnóstica clínica que permite realizar un examen funcional y molecular. El tiempo de vuelo es una característica de esta técnica que promete revolucionar el diagnóstico clínico en los próximos años. El objetivo de este trabajo es comprender los beneficios del tiempo de vuelo en la imagen diagnóstica basada en tomografía por emisión de positrones.

Metodología:

Se pondrá a disposición del estudiante la literatura más relevante sobre este tema y se le dará acceso a diversas herramientas de simulación Monte Carlo y equipamiento necesario para poder llevar a cabo medidas experimentales en el laboratorio.

Bibliografía:

Karp JS, Surti S, Daube-Witherspoon ME, Muehllehner G. Benefit of time-of-flight in PET: experimental and clinical results. J Nucl Med [Internet]. 2008 [cited 2013 Feb 10];49:462–70. <http://dx.doi.org/10.2967/jnumed.107.044834>

Vandenberghes S, Mikhaylova E, D'Hoe E, Mollet P, Karp JS. Recent developments in time-of-flight PET. EJNMMI Phys [Internet]. EJNMMI Physics; 2016;3. <http://dx.doi.org/10.1186/s40658-016-0138-3>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	EMFTEL	
Título:	"Palomares": la verdad detrás de la serie	
Title:	"Palomares", the truth behind the show	
Supervisor/es:	Daniel Sánchez Parcerisa	
E-mail supervisor/es	dsparcerisa@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El canal Movistar+ ha estrenado recientemente una serie documental titulada "Palomares: días de playa y plutonio" que versa sobre las consecuencias del accidente aéreo ocurrido sobre la localidad almeriense el 17 de enero de 1966. Partiendo de los sucesos narrados en el documental, se propone al alumno realizar una búsqueda bibliográfica de las consecuencias reales y potenciales del accidente desde el punto de vista de la protección radiológica, incluyendo posibles impactos poblacionales.

Metodología: Visionado crítico del documental y estudio de los documentos del Consejo de Seguridad Nuclear, así como de informes internacionales sobre el accidente.

Bibliografía:

Palomares: desde el accidente al plan de restauración. CSN
[<https://www.csn.es/documents/10182/1470017/Monograf%C3%ADa+-+Palomares+---+Desde+el+accidente+al+plan+de+restauracion>]

Palomares Summary Report: Place, W.M; Cobb et al. Defence Nuclear Agency (1975).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Captura de CO ₂ de un proceso anaerobio o de oxidación	
Title:	CO ₂ Capture from an anaerobic or oxidation Process	
Supervisor/es:	Cristina Rincón Cañibano y Carlos Armenta Déu	
E-mail supervisor/es	crinconc@ucm.es , cardeu@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Diseño y montaje experimental de un sistema sencillo de Captura de CO₂ generado a partir de un proceso anaerobio
2. Medir las emisiones de CO₂ antes y después de la captura. Evaluar la eficiencia del sistema de captura.

Metodología:

1. Se hará una búsqueda bibliográfica que permita adquirir el conocimiento y los elementos necesarios para diseñar y realizar un montaje experimental simple de captura de CO₂
2. Se implementarán sensores de medición de CO₂ (y si es posible de otros gases que lo acompañan) antes y después del sistema de captura
3. Se evaluará la eficiencia del sistema de captura

Bibliografía:

1. Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. H.J. Vázquez y O. Dacosta. INGENIERÍA Investigación y Tecnología VIII. 4. 249-259, 2007
2. Análisis preliminar de la viabilidad de obtención de bioetanol a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. José Alejandro Martínez Sepúlveda,, Nancy Johana Montoya Gómez, Colombia. Producción + Limpia - Julio - Diciembre de 2013. Vol.8, No.2 , 72-84
3. Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. Lucía Constanza Corrales; Diana Marcela Antolinez Romero; Johanna Azucena Bohórquez Macías. Aura Marcela Corredor Vargas. Nova 2015; 13 (23) 55-81
4. Guidelines for Carbon Dioxide Capture, Transport, and Storage. Authors: Sarah

Forbes, Preeti Verma and Thomas E. Curry, M.J. Bradley and Associates LLC. Word
Resources Institute



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de 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	
E-mail supervisor/es	marcolop@ucm.es	
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 (billones de veces más intenso que el del Sol), junto con altísimas velocidades de rotación (de hasta cientos 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 tres de estos objetos, hecho que desafía los modelos teóricos actuales.

Junto con 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. 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 el uso de 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 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Montaje y optimización de un sistema de procesado por láser pulsado	
Title:	Setup and optimization of a pulsed laser processing system	
Supervisor/es:	Javier Olea Ariza, David Pastor Pastor	
E-mail supervisor/es	oleaariz@ucm.es , dpastor@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Montaje, programación y calibrado de un sistema motorizado xyz sincronizado con el disparo de un láser pulsado de nanosegundos para el tratamiento de materiales (principalmente semiconductores). En concreto

- Un sistema con motores xyz paso a paso para el ajuste del haz láser y el solapado entre distintos pulsos.

Metodología:

El estudiante realizará un estudio previo del sistema a montar, a partir de los documentos técnicos proporcionados por los supervisores (ver bibliografía). Posteriormente se realizará un montaje preliminar del sistema y se realizará la programación del mismo, mediante LabView o Matlab, para conseguir un control mediante software. Con dicho software desarrollado, se realizará una optimización del sistema usando muestras de silicio. Finalmente, el sistema será acoplado dentro del sistema de procesado láser del grupo.

Bibliografía:

1. Manual de drivers del sistema xyz
2. <https://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/>
3. <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>
4. <https://es.mathworks.com/academia/courseware/control-tutorials.html>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Caracterización del transporte electrónico de semiconductores	
Title:	Electronic transport characterization of semiconductors	
Supervisor/es:	David Pastor Pastor	
E-mail supervisor/es	dpastor@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos: El estudio de las propiedades de transporte electrónico en los semiconductores es un apasionante campo tanto desde el punto de vista de los materiales semiconductores como de las técnicas de caracterización experimentales. El objetivo de este trabajo es que el estudiante aprenda a manejar y se familiarice con los equipos de medida de caracterización eléctrica de semiconductores. Además, el estudiante podrá poner en práctica los conceptos estudiados en clase y observar contrastar la medida experimental con la teoría. Este trabajo es muy recomendable para aquellos alumnos que han estudiado o están estudiando asignaturas relacionadas con semiconductores o para aquellos que tengan interés en este campo.

Metodología:

1. Aprender a realizar medidas experimentales de la resistividad y el efecto Hall en muestras de silicio/germanio con diferentes resistividades variando la temperatura desde 400 K hasta 20 K.
2. Aprender a analizar las medidas obtenidas para determinar si el semiconductor es tipo-n o tipo-p, la resistividad, la concentración de portadores y sus diferentes regiones (región extrínseca, región de agotamiento, y región intrínseca), la movilidad y los mecanismos de dispersión de portadores presentes.
3. Se calcularán teóricamente estos valores y su dependencia con la temperatura y se contrastarán con los resultados experimentales.

Bibliografía:

1. Neamen, D. A. "Semiconductor physics and devices. Basic principles". Irwin, 1992.
2. Pierret, R. F. "Advanced semiconductor fundamentals". Modular Series on Solid State Devices, Volumen VI. Addison-Wesley, 1989
3. Shalíмова, K. V. "Física de los semiconductores". Mir, 1975
4. Tyagi, M. S. "Introduction to semiconductor materials and devices". John Wiley and sons, 1991.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Situación actual y perspectivas de futuro de los detectores de infrarrojo	
Title:	Current situation and future views of infrared photodetectors	
Supervisor/es:	David Pastor Pastor	
E-mail supervisor/es	dpastor@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos: El estudio de los detectores de infrarrojo

Se pretende que los estudiantes que escojan este trabajo realicen una revisión de la situación actual de las tecnologías e ideas involucradas en el campo, desde la perspectiva científica, sin entrar en detalles minuciosos de cada una de ellas. Así mismo, se pretende que midan la respuesta espectral de un fotodetector real mediante unas sesiones prácticas sencillas. Los objetivos de este trabajo son:

- 1.- Conocer la situación actual de las distintas tecnologías de detectores de infrarrojo, tipo de dispositivo, detectividad específica, coste, etc...
2. Introducirse en la caracterización experimental de detectores de infrarrojo.

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 respuesta espectral de un fotodetector de infrarrojo real.

Bibliografía:

1. Rogalsky, Antonio (2020). Infrared detectors (2nd edition). Ed CRC Press.
2. Characteristics and use of infrared detectors. Technical Information. SD-12. Hamanatsu.
<https://mmrc.caltech.edu/FTIR/Literature/General/Hamamatus%20IR%20dectors.pdf>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	El hidrógeno como fuente directa energía: aplicaciones	
Title:	Hydrogen as direct energy source: applications	
Supervisor/es:	Carlos Armenta Déu	
E-mail supervisor/es	cardeu@fis.ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Estudiar el potencial energético del hidrógeno y compararlo con otras fuentes de energía, tanto renovables como convencionales
Analizar sus ventajas e inconvenientes

METODOLOGÍA:

1. Evaluar el potencial energético del hidrógeno en base másica y volumétrica
2. Identificar escenarios actuales de desarrollo para la aplicación de la tecnología de generación de hidrógeno
3. Analizar las ventajas e inconvenientes de su utilización: análisis DAFO

BIBLIOGRAFÍA:

- The electrolysis of water. Processes and applications. Viktor Engelhardt. Google Books
- Celdas de combustible (2010) F.J. Rodríguez Varela, O. Solorza y E. Hernández Pacheco. Sociedad Mexicana del Hidrógeno
- Fuel Cells: From Fundamentals to Applications (2010) Supramaniam Srinivasan. Springer
- Handbook of Hydrogen Storage (2010) Edited by Michael Hirscher. Ed. Wiley-VCH
- Química Física II (2002) Joan Bertrán Rusca y Javier Núñez Delgado. Ariel Ciencia ed.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física y Medicina	
Title:	Physics and Medicine	
Supervisor/es:	María Amparo Izquierdo Gil	
E-mail supervisor/es	amparo@ucm.es	
Número de plazas:	2	
Asignación de TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

Objetivos:

Explorar, conocer y comprender los fundamentos físicos en los que se basan algunas de las técnicas empleadas en el diagnóstico o el tratamiento médico.

Metodología:

- El alumno adquirirá a través de la bibliografía fundamental seleccionada los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio en profundidad de alguna técnica física concreta empleada en el diagnóstico médico o algunas de ellas interrelacionadas entre sí, o inclusive un análisis de la evolución histórica de estas técnicas empleadas en el diagnóstico médico. También podría centrarse en el estudio de los campos magnéticos y eléctricos en el cuerpo humano, así como en las técnicas de diagnóstico médico asociadas a dichos campos.
- Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

Bibliografía:

- • Ballester, F. y Udías, J.M. (2008), Física Nuclear y Medicina, Real Sociedad Española de Física.
- • Cameron, J.; Skofronick, J. G.; Roderick, M.G. (1999), Physics of the Body (Second edition), Medical Physics Publishing.
- • Cember, H. (1996); Introduction to Health Physics, 3ª ed., McGraw-Hill.
- • Cromer, A.H. (2009), Física para las ciencias de la vida, 2ª ed., Editorial Reverté.
- • Hobbie, R.K. (2007), Intermediate Physics for Medicine and Biology, 4th edition, Springer Science.

- • Jou, D.; Llevot, J.E.; Pérez García, C. (1994), Física para ciencias de la vida, McGraw-Hill Interamericana,
- • Ortuño, M. (1996), Física para biología, medicina, veterinaria y farmacia, Editorial Crítica (Grupo Planeta).
- • Zaragoza, Z.R. (1992); Física e Instrumentación Médica: instrumentación diagnóstica, instrumentación de la imagen, instrumentación terapéutica. Ed. Ediciones Científicas y técnicas.