



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	La Física de la Proteómica
Title:	The Physics of Proteomics
Tutor/es:	Jaime Rosado Vélez y José Luis Contreras González
E-mail tutor/es:	jrosadov@ucm.es, joseluco@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

La proteómica es el estudio del conjunto de proteínas que componen un organismo. En este trabajo buscamos estudiar las bases físicas de algunas de las técnicas de separación e identificación de proteínas que son la base de la proteómica. Se propone también un análisis detallado de la sensibilidad de alguna de estas técnicas en desarrollo, como las variantes más sensibles de las técnicas de inmunoensayo (ELISA) para el cribado de enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer, Parkinson o la esclerosis múltiple.

Metodología:

Se trata de un trabajo de revisión y análisis estadístico. Los tutores proporcionarán bibliografía sobre las técnicas elegidas y se hará una revisión del estado del arte. Luego se profundizará en el estudio de algunas técnicas concretas, analizando los factores físicos y estadísticos que limitan su sensibilidad y precisión

Bibliografía:

Principles of proteomics R. Twyman. Garland Science 2013.
Manual de proteómica. Sociedad Española de Proteómica.
Scientific Principle of SIMOA (White Papers) Quanterix. Disponible en su web.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Radiofísica
Title:	Radiation Physics
Tutor/es:	José Luis Contreras González
E-mail tutor/es:	joseluco@ucm.es
Número de plazas	2
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo se planea como una introducción a algunas de las técnicas usadas en la práctica de la radiofísica. Entre los temas posibles están:

- 1- Terapia con radiofármacos.
- 2- Sensibilizadores para tratamientos de radioterapia.
- 3-Imagen con rayos-X o gamma.

Metodología:

Se trata de un trabajo de revisión con una componente práctica. El tutor proporcionará bibliografía tanto sobre la técnica elegida y se hará una revisión del estado del arte, que se buscará complementar en escenarios concretos, usando preferentemente simulaciones por métodos Monte Carlo. Es recomendable, aunque no imprescindible, tener conocimientos de programación.

Bibliografía:

Physics in Nuclear Medicine, 4ª ed (Saunders W.B.) Tapa dura - 17 abril 2012. S. Cherry,
J.A: Sorenson, M.E: Phelps.
The Physics of Radiation Therapy F.M. Khan. 3rd Ed. Lincott, W.W (2003)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Hadronterapia
Title:	Hadrontherapy
Tutor/es:	Paula Beatriz Ibáñez García / José Antonio Briz Monago
E-mail tutor/es:	pbibanez@ucm.es / josebriz@ucm.es
Número de plazas	2
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo se centra en el estudio de la interacción de hadrones con materiales y con tejidos vivos, con el objetivo de investigar las incertidumbres asociadas al rango de los protones desde el punto de vista físico.

Se pretende hacer un estudio cuantitativo con suficiente detalle para determinar la sensibilidad al rango de los protones de diversos métodos de detección de radiación secundaria, identificar posibles mejoras y plantear su implementación en sistemas realistas.

Se ofertan dos plazas en las que se explorarán técnicas diferentes.

Metodología:

1. Estudio bibliográfico sobre la física de la protonterapia, la interacción de partículas cargadas en medios biológicos, y los aspectos relevantes de la determinación del rango de los protones y la planificación clínica.
2. Familiarización con los aspectos más relevantes de las técnicas experimentales de detección rayos gamma, y métodos de verificación de rango en hadronterapia.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación.
4. Participación en estudios del grupo de física nuclear en hadronterapia.
5. Desarrollo del tema de estudio, redacción y revisión del trabajo.

6. Exposición de los trabajos previa a la presentación y defensa oficiales.

Bibliografía:

- Wilson, Radiology, vol. 47 (1946) 487-491
- Schardt et al., Reviews of modern physics 82(2010) 383-425
- Paganetti, "Proton therapy physics", 2nd edition, CRC Press, 2019
- España et al., Phys. Med. Biol. 56 (2011) 2687–2698
- TOPAS Tool for particle simulation, <https://www.topasmc.org>
- Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley.
- Leo, WF, "Techniques for nuclear and particle physics experiments" 1987 Springer



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en Física Médica	
Title:	Applications of Artificial Intelligence in Medical Physics	
Tutor/es:	Joaquin Lopez Herraiz	
E-mail tutor/es:	jlopezhe@ucm.es	
Número de plazas	2	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- 1) Familiarizarse con las principales herramientas de Inteligencia Artificial basadas en Machine Learning y Deep Learning.
- 2) Estudio de sus aplicaciones en física (y más específicamente en Física Médica) para generar modelos más generales de los actualmente empleados.
- 3) 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: Python, Pytoch y Jupyter Notebook (Google Colab).
3. Participación en actividades formativas:
 - Participación en Charlas y Seminarios del grupo
 - Curso sobre elaboración de trabajos (TFG, TFM)
 - Curso sobre elaboración de presentaciones y cómo presentar trabajos técnicos
4. Aplicación en de estas técnicas para diversos problemas de física médica Entre otros posibles temas (puede variar según el interés / experiencia del estudiante, el campo de aplicación será distinto en cada uno de los TFGs ofertados):
 - Detección de lesiones en imágenes de Tomografía Computerizada (CT) de Rayos X
 - Detección y corrección de artefactos (metálicos, de endurecimiento del haz, de movimiento) en imágenes de Tomografía Computerizada (CT) de Rayox X.
 - Mejora del realismo de Simulaciones Físicas de Imágenes de 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:

- Cursos online de Inteligencia Artificial:

- <https://udlbook.github.io/udlbook>

- <https://d2l.ai/>

- Herramientas online: <https://colab.research.google.com/>

- AI en Ultrasonidos: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/6/3693>

- Proyecto Tartaglia: <http://www.tomografia.es/tartaglia/>

- Proyecto X-COV: <http://www.tomografia.es/tartaglia/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Radiobiología y física médica para el tratamiento del cáncer
Title:	Radiobiology and medical physics for cancer treatment
Tutor/es:	Daniel Sánchez Parcerisa
E-mail tutor/es:	dsparcerisa@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Contribuir a la realización de experimentos radiobiológicos realizando la determinación de la dosis en irradiaciones con protones y fotones en muestras biológicas

Metodología:

Determinación de dosis mediante análisis de películas radiocrómicas. Procesado de automático de imágenes ópticas mediante algoritmos en MATLAB/Python. Aplicación de técnicas de IA para tratamiento de datos radiobiológicos.

Bibliografía:

<https://www.nature.com/articles/s41568-025-00878-9>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física Biológica	
Title:	Biological Physics	
Tutor/es:	Francisco J. Cao García	
E-mail tutor/es:	franco@ucm.es	
Número de plazas	2	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación 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:

- La bibliografía fundamental proporciona los conocimientos necesarios para el trabajo.
 - El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios procesos biológicos o centrarse en uno particular.
- Este trabajo incluye interacción con el Grupo de Dinámica fuera del Equilibrio. Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física. Se recomiendan conocimientos de programación (R, Python, Matlab).

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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Modelado computacional de la Default Mode Network mediante Spiking Neural Networks
Title:	Computational Modeling of the Default Mode Network Using Spiking Neural Networks
Tutor/es:	Gianluca Susi
E-mail tutor/es:	gsusi@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Implementar un digital twin de la default mode network (DMN) mediante Spiking Neural Networks (SNN), tomando como referencia patrones dinámicos extraídos de datos reales de magnetoencefalografía (MEG).

Metodología:

El trabajo se fundamentará en el datos MEG de 30 sujetos sanos, centrándose en la identificación de regiones de interés y de patrones temporales relevantes asociados a la DMN. A partir de esta información, y apoyándose en estudios previos, se implementará un digital twin entendido como una representación computacional simplificada de un sistema cerebral real, orientada a reproducir la dinámica de la DMN, mediante una red de neuronas de disparo (spiking neurons) que incorpore aspectos de conectividad y organización temporal.

Todo el trabajo se realizará utilizando programas libres y de código abierto (p.ej., NEST o FNS). Se usarán datos reales previamente adquiridos en el Laboratorio de Neurociencia Cognitiva y Computacional (C3N) de la Universidad Complutense de Madrid (UCM)

Bibliografía:

Wang, H. E., et al. (2024). Virtual brain twins: from basic neuroscience to clinical use. National Science Review.

Susi, G., Garcés, P., Paracone, E., Cristini, A. Salerno, M., Maestú, F. and Pereda, E. (2021). FNS allows efficient event-driven spiking neural network simulations based on a neuron model supporting spike latency. Sci Rep 11, 12160.

Gewaltig, MO., Morrison, A., Plesser, H.E. (2012). NEST by Example: An Introduction to the Neural Simulation Tool NEST.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Dispersión de electrones y neutrinos por núcleos
Title:	Electron and neutrino scattering off nuclei
Tutor/es:	Cristina Martínez Pérez
E-mail tutor/es:	crismp@ucm.es
Número de plazas	2
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con los procesos de dispersión de leptones por núcleos, entendiendo en particular qué papel desempeñan en el estudio de la estructura nuclear, de la estructura del nucleón y en los experimentos de oscilaciones de neutrinos. Una vez adquirida una visión general, el estudiante podrá elegir centrarse en un aspecto más específico como, por ejemplo, el cálculo de secciones eficaces, el fenómeno de γ -scaling, las propias oscilaciones de neutrinos, instalaciones experimentales pasadas, presentes y futuras...

Metodología:

En primer lugar, el estudiante hará un estudio bibliográfico del tema con ayuda de libros, artículos científicos y tesis doctorales, fundamentalmente, familiarizándose con los aspectos teóricos y experimentales del mismo. Una vez adquirida la visión general, podrá centrarse en uno de los temas mencionados en los objetivos. Dependiendo de los intereses del estudiante, podría realizar algún cálculo analítico o numérico sencillo.

Bibliografía:

K. Krane, Introductory Nuclear Physics, Wiley
D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, Wiley
(se proporcionarán tesis y artículos científicos posteriormente)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	La simetría de isoespín en Física Nuclear
Title:	isospin symmetry in nuclear physics
Tutor/es:	JM Udías
E-mail tutor/es:	jmudiasm@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

En los núcleos, la simetría de isoespín es una aproximación muy buena pero no exacta: se viola sobre todo por la interacción de Coulomb y por pequeños términos de dependencia de carga en la interacción fuerte, y la llamada anomalía de Nolen–Schiffer es precisamente una manifestación cuantitativa de esas violaciones cuando se comparan energías de núcleos espejo. La anomalía de Nolen–Schiffer es uno de los test clásicos de precisión de la simetría de isoespín en estructura nuclear, porque se basa en observables muy simples (masas y espectros de núcleos espejo) que deberían estar muy bien descritos si la simetría sólo se rompiera por Coulomb. El objetivo principal es estudiar este problema.

Metodología:

- Repasar la bibliografía sobre el problema y recopilar masas y niveles análogos de bases de datos modernas. [arxiv](<https://arxiv.org/pdf/1611.01392.pdf>). Revisar el caso ${}^3\text{He}/{}^3\text{H}$
- Calcular las "mirror displacement energies" (MDE) experimentales para estados de partícula/agujero dominantes y representarlas frente a A y J (<https://arxiv.org/pdf/1611.01392.pdf>)
- Implementar un modelo de "partícula única en pozo de Woods–Saxon" más potencial de Coulomb para protones, ajustando (V_0) para reproducir un estado de referencia. <https://arxiv.org/abs/0709.3525>)
- Comparar MDE teóricas y experimentales y extraer conclusiones

Bibliografía:

Además de las mencionadas en la metodología, libros o apuntes disponibles en la UCM

Apuntes de “Simetría de Isospín” de la asignatura de Física Nuclear de la UCM.

Libros disponibles en la biblioteca:

Krane, “Introductory Nuclear Physics” (Wiley) (online e impresa)

Alejandro Frank, Jan Jolie, Pieter Van Isacker,

Symmetries in Atomic Nuclei: From Isospin to Supersymmetry, (disponible online en la biblioteca complutense)

Springer, 2nd edition, 2020.

Serie: Springer Tracts in Modern Physics, vol. 290.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Caracterización temporal de electrónica para detectores nucleares
Title:	Time-resolution characterization of electronics for nuclear detectors
Tutor/es:	JM Udias
E-mail tutor/es:	jmudiasm@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Familiarizarse con las mediciones de coincidencia temporal de radiación nuclear, de gran actualidad en imagen médica, especialmente en modalidades relacionadas con tomografía por emisión de positrones con tiempo de vuelo (ToF-PET) o la medida de la vida media de positronio, y para experimentos de estructura nuclear. Entender las diferencias entre los sistemas existentes. Realizar medidas básicas en el laboratorio y presentar los resultados.

Metodología:

Se estudiará bibliografía previa sobre medidas temporales realizadas en el GFN. Se seleccionarán varios de los equipos electrónicos, comerciales y desarrollados en el GFN, y se caracterizará el rendimiento de los mismos, con generadores de pulsos y con detectores de varios tipos. Se extraerán conclusiones sobre las limitaciones de diversos diseños y se tratará de extraer posibles mejoras.

Bibliografía:

noll, Radiation Detection and Measurement,
<https://www.wiley.com/en-us/Radiation+Detection+and+Measurement%2C+4th+Edition-p-9780470131480>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Imagen médica y verificación de rango con protones
Title:	Medical imaging and range verification using protons
Tutor/es:	José Antonio Briz Monago
E-mail tutor/es:	josebriz@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo se centra en el estudio de las técnicas de imagen con protones actualmente en investigación con el objetivo de ser empleadas en el futuro en planificación de tratamiento en protonterapia y hadronterapia con iones pesados.

Se pretende hacer un estudio cuantitativo con suficiente detalle para determinar las energías de hadrones necesarias para realizar una imagen del paciente usando protones en lugar de rayos X. Se estudiarán las dosis aplicadas al paciente y se discutirá la comparativa con los rayos X.

Se estudiarán los poderes de frenado relativos (RSP) para diferentes materiales.

Se podrán estudiar diferentes técnicas de verificación de rango de protones/iones pesados en el tejido empleando diferentes tipos de radiación instantánea emitida (neutrones, gammas, etc...).

Metodología:

1. Estudio bibliográfico sobre la física de la protonterapia, la interacción de partículas cargadas en medios biológicos, y los aspectos relevantes de la determinación del rango de los protones y la planificación clínica.
2. Familiarización con los aspectos más relevantes de las técnicas experimentales de detección rayos gamma, y métodos de verificación de rango en hadronterapia.
3. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación.

4. Participación en estudios del grupo de física nuclear en hadronterapia.
5. Desarrollo del tema de estudio, redacción y revisión del trabajo.
6. Exposición de los trabajos previa a la presentación y defensa oficiales.

Bibliografía:

- Wilson, Radiology, vol. 47 (1946) 487-491
- Schardt et al., Reviews of modern physics 82(2010) 383-425
- Paganetti, "Proton therapy physics", 2nd edition, CRC Press, 2019
- R. Johnson "Review of medical radiography and tomography with proton beams". Reports on Progress in Physics 81 (2018) 1.
- España et al., Phys. Med. Biol. 56 (2011) 2687–2698
- TOPAS Tool for particle simulation, <https://www.topasmc.org>
- Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley.
- Leo, WF, "Techniques for nuclear and particle physics experiments" 1987 Springer



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Dispersión por potenciales multi-centro
Title:	Scattering by multi-center potentials
Tutor/es:	Francisco Blanco Ramos
E-mail tutor/es:	pacobr@ucm.es
Número de plazas	2
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input type="checkbox"/> Asignación por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

Objetivos:

La dispersión por potenciales con varios centros es un problema difícil por la falta de simetría esférica; pero a la vez interesante por la multitud de situaciones en que aparece.

Un ejemplo sencillo y bien conocido es la dispersión de electrones por moléculas de H₂, donde (a bajas energías de impacto) la molécula parece mucho más "pequeña" que los átomos H, a juzgar por las secciones eficaces elásticas mucho más pequeñas para H₂ que para H. Se propone aproximar situaciones como la anterior por dos potenciales Yukawa, y mostrar que los efectos de interferencia en la dispersión por ambos centros son causantes de efectos de ese tipo.

Metodología:

1. Introducción a las técnicas numéricas de cálculo de secciones eficaces por potenciales centrales.
2. Repaso de la bibliografía sobre la dispersión de electrones por H/N y H₂/N₂.
3. Repaso de la bibliografía existente sobre dispersión por potenciales multi-centro
4. Elección de un potencial Yukawa que aproxime al de un electrón en presencia de un átomo de H/N
5. Cálculo de secciones eficaces para el potencial Yukawa elegido
6. Cálculo de secciones eficaces para dos potenciales Yukawa separados como los átomos de H₂/N₂.

Bibliografía:

Quantum Collision Theory
C.J.Joachain
North-Holland, Elsevier 1975

A new efficient approach for the calculation of cross-sections with application to Yukawa potential

Chengliang Lin, Bin He, Yong Wu, and Jianguo Wang
Plasma Phys. Control. Fusion 65 (2023) 055005 (12pp)

Screening corrections for the interference contributions to the electron and positron scattering cross sections from polyatomic molecules

Francisco Blanco, Lilian Ellis-Gibbins, Gustavo García
Chemical Physics Letters 645 (2016) 71–75

Interference effects in the electron and positron scattering from molecules at intermediate and high energies

Francisco Blanco, Gustavo García
Chemical Physics Letters 635 (2015) 321–327

Analytic Phase Shifts for Yukawa Potentials

A. E. S. GREEN, D. E. RIO, P. F. SCHIPPNICK, J. M. SCHWARTZ, and P. S. GANAS
International Journal of Quantum Chemistry: Quantum Chemistry Symposium
16,331-343 (1982)