Oferta de trabajos dirigidos en la Universidad Complutense de Madrid				
Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Daniel Sánchez Parcerisa	*dsparcerisa@ucm.es*	*Desarrollo de algoritmos de cuantificación de imágenes de microscopía mediante IA para experimentos de radiobiología*	En experimentos de radiobiología llevados a cabo en el grupo se generan gran cantidad de imágenes de muestras biológicas, tanto de microscopía óptica en ensayos de inmunofluorescencia, como de otros métodos que permiten la visualización y el análisis detallado de estructuras celulares y moleculares. Una vez generadas, estas imágenes requieren un proceso de postprocesado para extraer información relevante y obtener resultados precisos. Este postprocesado puede realizarse de manera manual, lo cual es laborioso y sujeto a variaciones subjetivas, o mediante algoritmos de análisis de imágenes, que proporcionan un enfoque más sistemático y reproducible. No obstante, los métodos tradicionales de postprocesado, tanto manuales como algorítmicos, presentan ciertas limitaciones en términos de eficiencia y precisión. En este contexto, la aplicación de técnicas avanzadas de inteligencia artificial (IA) ofrece un potencial considerable para optimizar este proceso	Recomendado, pero no necesario: - Procesado de imágenes con MATLAB o ImageJ/ FIJI. - Nociones de conceptos básicos de aprendizaje automático / IA.
Daniel Sánchez Parcerisa *Paula Ibáñez García*	*dsparcerisa@ucm.es* *pbibanez@ucm.es*	*Estudio metodológico de la dosimetría con películas radiocrómicas para protonterapia*	Las películas radiocrómicas son dispositivos dosimétricos pasivos que se oscurecen al recibir una determinada dosis. Tras ser expuestas, se escanean con un escáner de alta resolución y su nivel de oscurecimiento se compara con el de una calibración previa para determinar la dosis recibida. Cuando se usan para protonterapia, su eficacia relativa decae con la energía de los protones (Sanchez Parcerisa 2021), por lo que es necesario realizar correcciones. Estas correcciones se han estudiado para las películas EBT2 y EBT3, pero no existen medidas experimentales para las nuevas películas EBT4 ni para las específicas de alta dosis, EBT-XD. Comparación de estudios metodológicos con distintos escáneres y programas de escaneo. Simulación Monte Carlo con TOPAS. Exposición de las películas en fuente calibrada en hospital. Exposición de las películas en haz de protones de baja energía	Se utiliza MATLAB para el tratamiento de datos. Bibliografía: Sanchez-Parcerisa, D., Sanz-Garcia, I., Ibanez, P., , ...; Udias, J. M. (2021). Radiochromic film dosimetry for protons up to 10 MeV with EBT2, EBT3 and unlaminated EBT3 films. Physics in Medicine & Biology, 66(11), 115006.

			en el Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM). Comparación del modelo de corrección y actualización para nuevos tipos de películas.	
Paula Ibáñez García *Mailyn Pérez Liva*	*pbibanez@ucm.es* *mailyn01@ucm.es*	*Puesta a punto de un irradiador FLASH con sistema de imagen molecular integrado y primeras pruebas*	En el marco de la colaboración entre el Grupo de Física Nuclear (GFN) y la empresa SEDECAL (https://www.sedecal.com/), se está desarrollando un irradiador FLASH para pequeños animales con un sistema de imagen molecular integrado. La terapia FLASH es uno de los campos más prometedores en radioterapia, al reducir los efectos secundarios en el tejido sano manteniendo el control tumoral. En este Trabajo Fin de Máster se llevará a cabo la optimización final del sistema de irradiación mediante simulaciones Monte Carlo y caracterización dosimétrica, junto con el test del sistema de imagen basado en ultrasonidos ultrarrápidos y fotoacústica. La combinación de irradiación e imagen permitirá observar cambios metabólicos en el tejido, lo que contribuirá a una mejor comprensión de los mecanismos de la terapia FLASH. Finalmente, se realizarán las primeras pruebas en embriones de pollo para validar el sistema.	
Mailyn Pérez Liva *Paula Ibáñez García*	*mailyn01@ucm.es* *pbibanez@ucm.es*	*Super-resolución y cuantificación cinética en imágenes dinámicas de PET-FDG cardíaco mediante redes neuronales*	Este trabajo tiene como objetivo mejorar la calidad y el valor cuantitativo de las imágenes dinámicas de PET-FDG cardíaco mediante el uso de redes neuronales profundas. La baja resolución espacial y temporal de la PET limita la estimación precisa de parámetros cinéticos como K_1, k_2 y k_3, esenciales para el análisis farmacocinético del metabolismo miocárdico. En este proyecto se empleará un modelo de super-resolución basado en aprendizaje profundo capaz de recuperar detalles espaciales finos y reducir el ruido en secuencias dinámicas, mejorando así la precisión en la cuantificación paramétrica y en la interpretación fisiológica de los procesos metabólicos cardíacos. Se emplearán datos dinámicos de PET-FDG cardíaco simulados y experimentales para entrenar redes neuronales convolucionales orientadas a la super-resolución temporal y espacial. El modelo integrará información a priori de movimiento cardíaco obtenida mediante ultrasonidos ultrarrápidos registrados en tiempo y espacio, con el fin de corregir artefactos y mejorar la coherencia	Conocimientos básicos de programación en Python y/o Matlab

			temporal. Finalmente, se validará frente a reconstrucciones estándar mediante la estimación de parámetros cinéticos de dos compartimentos, evaluando la mejora en la precisión y el sesgo de la cuantificación del metabolismo miocárdico.	
Andrés Illana Sisón	*andres.illana@ucm.es*	*Nuclear spectroscopy around 80Zr*	The accelerator laboratory (JYFL) is a unique research environment of the University of Jyväskylä (Finland) conducting world-class research on basic natural phenomena, and it is part of the EUROpean Laboratories for Accelerator Based Science (EURO-LABS) consortium in Europe. Presently the laboratory hosts three accelerators and several research groups with an extend variety of state-of-the-art research instrumentation. In particular, the Nuclear Spectroscopy group is conducting fundamental research in collaboration with different groups in Europe and abroad. The group utilizes in-beam gamma-ray and electron spectroscopy in conjunction with mass separators to shed more light on the nuclear structure of exotic nuclei, mainly along the proton drip line and in the region of heavy elements. The group has for this purpose a gamma-ray detector array (the Jurogam3 array), 2 electron spectrometers (SAGE and SPEDE), 2 mass separators (RITU and MARA), and several ancillary detectors. Currently, the GFN (UCM) is expanding its activities to in-beam studies in different facilities in Europe. The master research project will consist in analyzing a portion of the recent data of a fusion-evaporation experiment in the region situated in the "north-east" of the ^{80}Zr region. This experiment aimed to extend the in-beam gamma-ray spectroscopy data known up to date in this region. For this purpose, the experiment combined the Jurogam3 detector array for in-beam studies, with the new MARA separator, and the charge-particle vetoed JYUTube.	Programming skills (C++) and enrolling in the signature "Técnicas experimentales avanzadas en física nuclear" will be advantageous.
José Manuel Udías *Luis Mario Fraile*	*jmudiasm@ucm.es* *lmfraile@ucm.es*	*Evaluación de nuevos materiales centelleadores para detección de rayos gamma y partículas cargadas*	Trabajo experimental en laboratorio para caracterización y puesta a punto de instrumentación de última generación. El objetivo es la medida de la respuesta en energía y tiempo materiales de diversos tipos de centelladores (inorgánicos, plásticos, fibras centelleantes) para su aplicación a la detección de radiación gamma y partículas cargadas, con aplicaciones en experimentos de espectroscopía, reacciones nucleares a baja energía, medida	Se requiere disponibilidad para dedicar suficiente tiempo a realizar medidas en el laboratorio de investigación del grupo. Existe la posibilidad de financiación y de continuar la

			de tiempos de estados excitados, monitorización de rango en protonterapia y otros. Esta investigación se realiza en el marco del proyecto TAU-PRTR: Tecnologías Avanzadas para la Exploración del Universo y sus Componentes . Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR.	investigación realizando una tesis doctoral.
José Manuel Udías *Luis Mario Fraile*	*jmudiasm@ucm.es* *lmfraile@ucm.es*	*Algoritmos de procesado digital de pulsos para medidas de tiempos con centelladores rápidos*	Los detectores de centelleo son dispositivos que juegan un papel fundamental en una amplia gama de áreas de investigación, como la imagen médica o los estudios experimentales en estructura nuclear. Una de las propiedades fundamentales es la buena respuesta temporal que proporcionan. Con el uso cada vez más generalizado de sistemas totalmente digitales para el muestreo de pulsos se hace necesario un estudio sistemático de la respuesta y capacidad de proporcionar buena resolución temporal de los sistemas disponibles en el mercado, así como el desarrollo de algoritmos digitales avanzados para la medida precisa de tiempos con detectores de centelleo. El trabajo de fin de máster tratará de establecer los criterios necesarios para alcanzar la buena resolución temporal con sistemas digitales en función de sus parámetros fundamentales (tasa de muestreo, ancho de banda, resolución vertical, etc.). Además se pondrán a punto algoritmos totalmente digitales para medidas de tiempo y se compararán resultados de medidas experimentales usando los algoritmos propuestos con las técnicas tradicionales. Esta investigación se realiza en el marco del proyecto TAU-PRTR: Tecnologías Avanzadas para la Exploración del Universo y sus Componentes . Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR.	Se requiere disponibilidad para dedicar suficiente tiempo a realizar medidas en el laboratorio de investigación del grupo. Existe la posibilidad de financiación y de continuar la investigación realizando una tesis doctoral.
José Manuel Udías	*jmudiasm@ucm.es*	*Técnicas de procesado de datos y reconstrucción de imagen nuclear*	Se desarrollarán nuevas técnicas de procesado de datos y reconstrucción de imagen aplicados a datos reales de escáneres PET clínicos y preclínicos. Posibilidad de financiación.	
José Manuel Udías	*jmudiasm@ucm.es*	*Mejora en el diseño de detectores y escáneres s para*	Se mejorarán las correcciones aplicadas a las imágenes nucleares	

		medicina nuclear mediante métodos Monte Carlo		
José Manuel Udías	*jmudiasm@ucm.es*	*Dispersión de leptones por núcleos*	¿Por qué el Universo está hecho de materia en vez de materia y antimateria en iguales proporciones? ¿Cuál es el origen y naturaleza de la materia oscura? Las respuestas a éstas y otras cuestiones fundamentales podrían estar en las oscilaciones de neutrinos. Este fenómeno, que evidencia que los neutrinos tienen masa, ha abierto la puerta a Física más allá del Modelo Estándar y ha situado el estudio de estas partículas en la actual frontera del conocimiento. DUNE (https://www.dunescience.org/) e Hyperkamiokande (http://www.hyperk.org/) son los dos megaproyectos que mejor representan los planes de la comunidad a medio y largo plazo. En estos experimentos de oscilaciones de neutrinos es esencial ser capaz de modelar con precisión la interacción entre el neutrino (proyectil) y el núcleo blanco que forma el detector, ya sea oxígeno (agua), carbono (aceites) y argon (detectores de argon líquido). En este trabajo se estudiarán diferentes modelos teóricos de interacción leptón-núcleo para diferentes canales de reacción: canal cuasielástico y/o de producción de piones. A partir de la comparación con datos experimentales se persigue seguir avanzando en el conocimiento y modelado de la respuesta nuclear a la interacción con leptones.	
Joaquín López Herraiz	*jlopezhe@ucm.es*	*Integración de Redes Neuronales en Detectores de Radiación*	Se busca usar técnicas modernas de Edge Computing para integrar modelos de Inteligencia Artificial (IA) en detectores de radiación, como los utilizados en imagen médica, de manera que puedan realizar en el propio detector un primer análisis de las señales recibidas. Esto puede permitir una mayor tasa de cuentas y/o mejorar la calidad de los datos medidos. Se trabajará con diversos modelos de IA, buscando reducir su coste computacional para hacerlos rápidos y de bajo consumo, algo necesario para su uso práctico en detectores. La validación se realizará mediante simulaciones y datos reales en distintos escenarios.	Se busca tener disposición a aprender sobre simulaciones, redes neuronales y el análisis de datos reales y simulaciones. Se recomienda conocimientos de programación (Python).

			Se emplearán herramientas de TinyML, como Edge Impulse, para ejecutar en un microprocesador modelos de IA de clasificación de los eventos detectados. Esto permitirá familiarizarse con dichos modelos, analizar sus capacidades y limitaciones, y determinar el hardware mínimo necesario para obtener un buen rendimiento. Posteriormente, se evaluará el sistema implementado con datos simulados y/o reales de distintos experimentos con fuentes de 22Na y 60Co, con el objetivo de verificar el progreso y la eficacia del enfoque desarrollado.	
Joaquín López Herraiz	*jlopezhe@ucm.es*	*Aplicación de Redes Neuronales para el modelado del transporte de radiación*	Se busca usar técnicas modernas de Machine Learning para obtener un modelo rápido y preciso del rango de partículas cargadas (positrones, protones) en medios heterogéneos. La red neuronal se entrena con simulaciones Monte Carlo muy realistas, y una vez entrenada se evalúa tanto con datos simulados como reales. Se considerarán aplicaciones en imagen médica nuclear y protonterapia.	Disposición a aprender sobre Simulaciones y Redes Neuronales
Joaquín López Herraiz	*jlopezhe@ucm.es*	*Advance analysis of PET data using multiple coincidences*	Los escáneres de tomografía por emisión de positrones (PET) se basan fundamentalmente en la detección en coincidencia temporal de los dos pares de rayos gamma que se generan en la aniquilación de los positrones emitidos por radionúcleos como el Flúor-18. Éstos radionúcleos se colocan en moléculas de interés, y permiten obtener imágenes de su biodistribución. Un análisis más detallado de las detecciones que se realizan en un escáner PET muestra que no sólo hay coincidencias de dos rayos gamma, sino que también existen detecciones simultáneas de tres o más rayos gamma. El correcto tratamiento de estos casos puede mejorar la calidad de las imágenes PET.	

Oferta de trabajos dirigidos en el CIEMAT

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Diana Navas Nicolás	*diana.navas@ciemat.es mc.palomares@ciemat.es*	*LiquidO: Una nueva tecnología para la detección de neutrinos*	*Las incógnitas abiertas en física de neutrinos exigen enormes detectores (>kton), con gran resolución energética y capaces de distinguir las partículas resultantes de la interacción del neutrino. Un detector con estas características, basado en un diseño simple y no*	

Carmen Palomares Espiga			*muy costoso, supondría un avance enorme para este campo. LiquidO es una nueva tecnología basada en el uso de líquido centellador opaco y fibras centelladoras, capaz de identificar neutrinos de baja energía y determinar su punto de interacción con alta precisión, resolviendo las limitaciones del método tradicional de detección (centellador transparente). El trabajo propuesto consiste en el desarrollo de simulaciones Monte Carlo para el primer experimento que se está llevando a cabo con la tecnología LiquidO: un detector de 10 toneladas cuyo objetivo principal es monitorizar un reactor nuclear utilizando por primera vez los neutrinos generados en las reacciones de fisión. Este trabajo se desarrolla en el marco de una colaboración internacional en la que participan institutos de investigación y universidades de Francia, Gran Bretaña y Alemania.*	
Edilberto Sánchez *José Manuel García Regaña*	*edi.sanchez@ciemat.es* *jose.regana@ciemat.es*	*Simulaciones de estabilidad y transporte en stellarators mediante códigos girocinéticos*	Turbulence is considered one of the key issues limiting energy and particle confinement in present magnetic confinement fusion devices. Nowadays, the study of turbulence in magnetized plasmas largely relies on gyrokinetic theory [1]. This formalism, based on first principles, makes plasma turbulence more tractable and permits the development of simulation codes. Nevertheless, the numerical simulation of plasma instabilities and the turbulence they produce using gyrokinetic codes requires huge computational resources and is only possible using large supercomputers. This master's thesis proposal deals with the numerical simulation of plasma instabilities and turbulence in stellarator devices employing the global gyrokinetic code EUTERPE [2], which allows the simulation of the full radial domain. It continues previous work carried out at the Laboratorio Nacional de Fusión, CIEMAT [3]. The project will include simulations in the Mare Nostrum-5 [4] and/or Pitagora [5] supercomputers. The outcome of numerical simulations will eventually be compared with experimental measurements from the stellarators TJ-II [6], operated at the Laboratorio Nacional de Fusión, in Madrid, and W7-X [7], the most advanced stellarator in the world, in operation at the Max Planck Institute für Plasmaphysik, in Greifswald, Germany.	Conocimientos de programación, preferiblemente FORTRAN (lenguajes en que está escrito EUTERPE) y Python (para diagnósticos de la salida del código) Bibliografía: [1] P. Catto. Plasma Phys. 20 719-722 (1978). [2] R. Kleiber, et al. Computer Physics Communications 295 (2024) 109013.. [3]http://fusionsites.ciemat.es/picgklnf/ [4]https://www.bsc.es/es/marenostrum/marenostrum-5. [5]https://docs.hpc.cineca.it/hpc/pitagora.html [6]http://www.fusion.ciemat.es/tj-ii-2/ [7]https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAxJNk

Vicente Pesudo *Roberto Santorelli*	*Vicente.pesudo@ciemat.es* *roberto.santorelli@ciemat.es*	*Estudios de correlación del nivel de radón en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc con datos de estaciones meteorológicas colindantes usando técnicas de inteligencia artificial.*	El nivel de radón en laboratorios subterráneos impone limitaciones en la sensibilidad que los experimentos allí emplazados tienen a eventos raros. Estos niveles tienen patrones de estacionalidad y así como otras variaciones de menor periodo cuya explicación se supone correlacionada con la meteorología exterior. Esta causalidad, sin embargo, no ha sido establecida. Los cientos de metros de roca actuan como un filtro mitigando y retrasando el impacto y estudios anteriores no tenían acceso a nuevos datos meteorológicos recolectados en las montañas cercanas al LSC. El/la estudiante usará diferentes técnicas de inteligencia artificial (redes neuronales, random forest, boosted decision trees y otras) para correlacionar los datos en superficie y los niveles de radón y otras variables ambientales en el LSC.	
Roberto Santorelli *Vicente Pesudo*	*Vicente.pesudo@ciemat.es* *roberto.santorelli@ciemat.es*	*Estudio del fondo en detectores de argón líquido para la búsqueda de materia oscura.*	La detección directa de la materia oscura es uno de los mayores retos de la física actual. El hallazgo de partículas de materia oscura en forma de WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) supondría un avance decisivo en la comprensión de los componentes fundamentales del Universo. Para superar los límites experimentales vigentes, se requieren detectores de gran masa y con niveles de fondo extremadamente bajos. El grupo de Materia Oscura del CIEMAT participa en experimentos de referencia como DEAP-3600 (en operación en SNOLAB, Canadá) y DarkSide-20k (en construcción en el Laboratorio del Gran Sasso, Italia), que empleará 50 toneladas de argón líquido para alcanzar una sensibilidad sin precedentes. Un aspecto crucial para el éxito de estos experimentos es la caracterización y comprensión del fondo intrínseco de los detectores, generado por la radiactividad natural de los materiales, del propio argón y del entorno subterráneo. El estudio de estos fondos requiere una estrecha conexión entre física nuclear y física de partículas, ya que las fuentes radiactivas (por ejemplo, isótopos como Ar-39, Rn-222 y productos de las cadenas de uranio y torio) producen señales que pueden imitar o enmascarar las interacciones esperadas de las WIMPs. El objetivo del TFM es el estudio de estos fondos, combinando medidas de caracterización, simulaciones Monte Carlo y análisis de datos para estimar el nivel de fondo, la sensibilidad del detector y sus incertidumbres. El trabajo	

			proporcionará formación en física nuclear aplicada, técnicas de detección con argón líquido y métodos estadísticos avanzados, ofreciendo una excelente preparación para un doctorado en física de partículas, astrofísica o física nuclear experimental.	
José Manuel García Regaña *Iván Calvo*	*jose.regana@ciemat.es* *ivan.calvo@ciemat.es*	*Theory and simulation of stellarator plasma turbulence*	Thermonuclear fusion and its success as a future energy source rely on achieving tolerable levels of heat transport losses from the confined plasma. In current experiments, these losses are largely attributed to turbulent processes associated with fluctuations of the plasma's electromagnetic fields, with characteristic spatial scales on the order of the Larmor radius of the plasma species. The theoretical framework used to study these fluctuations is gyrokinetic theory [1]. The quantitative evaluation of the transport driven by gyrokinetic turbulence is typically performed through numerical simulations on massively parallel computing platforms. For tokamaks, gyrokinetic codes are already mature and have been extensively validated against experiments. However, while tokamaks are axisymmetric (which reduces the dimensionality of the equations), stellarators are intrinsically three-dimensional, introducing additional challenges and, until recently, leading to slower progress in the field (see e.g. [2]). The goal of this master's thesis project is to investigate turbulence in stellarator plasmas using the modern, advanced gyrokinetic code stella [3]. The project will include applications to present-day stellarators such as W7-X (Greifswald, Germany) [4], LHD (Toki, Japan) [5], and TJ-II (Madrid, Spain) [6]. A strong interest in theory and numerical simulations is highly recommended for the candidate.	Bibliografía: [1] P. Catto, Plasma Phys. 20, 719 (1978) [2] P. Helander et al., Plasma Phys. Control. Fusion 54, 124009 (2012) [3] M. Barnes et al., J. Comput. Phys. 391, 365 (2019) [4] https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAxJNk [5] http://www.lhd.nifs.ac.jp/en/home/lhd.html [6] http://fusionsites.ciemat.es/tj-ii Webpage: http://fusionsites.ciemat.es/icalvo/
Francisco Feria Márquez *Y Pau Aragón*	*francisco.feria@ciemat.es* *Pau.ARAGON-GRABIEL@ec.europa.eu*	*Evaluación de códigos avanzados para el modelado termo-mecánico del combustible nuclear*	Uno de los aspectos fundamentales en la evaluación de la seguridad del combustible nuclear es disponer de capacidades predictivas fiables sobre su comportamiento termo-mecánico ante las condiciones a las que puede estar sometido durante su operación en el reactor. En este sentido, los códigos de modelado termo-mecánico de barra de combustible son herramientas en continuo desarrollo y validación.	

			En la Unidad de Seguridad Nuclear del CIEMAT se utilizan tanto códigos clásicos, como FRAPCON/FRAPTRAN/FAST y TRANSURANUS, como el código avanzado OFFBEAT, que incorpora enfoques multiescala y multifísica. Parte del desarrollo y validación de OFFBEAT se está llevando a cabo dentro del proyecto europeo OperaHPC, en el que el CIEMAT participa activamente. En este contexto, el objetivo de este trabajo es continuar con la validación de los códigos mencionados mediante la simulación de experimentos realizados en reactores experimentales, de los cuales se dispone de datos de referencia para comparación. Como parte de la evaluación se incluirá la comparación entre códigos, así como un análisis de las incertidumbres asociadas a las predicciones obtenidas.	
Francisco Feria y Carlos Aguado	*Carlos.Aguado@ciemat.es* *francisco.feria@ciemat.es*	*Evaluación de códigos avanzados para el modelado termo-mecánico del combustible nuclear durante rampas de potencia*	La seguridad del combustible nuclear depende en gran medida de contar con herramientas capaces de anticipar con precisión su respuesta termo-mecánica bajo las diferentes solicitaciones que pueden darse durante la operación en reactor. Entre ellas, las rampas de potencia constituyen un caso especialmente relevante, ya que introducen incrementos de potencia en tiempos cortos y pueden dar lugar a condiciones de carga más severas para la barra de combustible. Para abordar este tipo de situaciones se emplean códigos de simulación termo-mecánica, que se encuentran en constante mejora y proceso de validación. En la Unidad de Seguridad Nuclear del CIEMAT se trabaja con herramientas consolidadas como FRAPCON/FRAPTRAN/FAST y TRANSURANUS, y también con el código avanzado OFFBEAT, orientado a enfoques multifísica y multiescala. El desarrollo y la validación de OFFBEAT se enmarcan, en parte, en el proyecto europeo OperaHPC, en el que el CIEMAT participa de forma activa. Con este punto de partida, el propósito de este trabajo es reforzar la validación de estos códigos mediante la reproducción numérica de ensayos realizados en reactores experimentales, prestando especial atención a campañas con rampas de potencia para las que existen datos de referencia. La metodología incluirá tanto la comparación	

			entre herramientas como la cuantificación de las incertidumbres asociadas a las predicciones obtenidas.	
José I. Crespo-Anadón	*jcrespo@ciemat.es*	*Búsqueda de física más allá del Modelo Estándar con el experimento SBND de Fermilab con un haz de antineutrinos o con absorción del haz*	Las anomalías observadas en experimentos de neutrinos de corta distancia y el mecanismo aún desconocido responsable de la masa del neutrino representan posibles indicios de la existencia de física más allá del Modelo Estándar. El experimento SBND, un detector de neutrinos de argón líquido situado a tan solo 110 metros del origen del Booster Neutrino Beam en Fermilab (EE. UU.), tiene entre sus principales objetivos la búsqueda de nueva física. SBND comenzó a tomar datos en 2024 con un haz de neutrinos. En este Trabajo de Fin de Máster se estudiará la sensibilidad del experimento a fenómenos más allá del Modelo Estándar cuando el haz opere en modo antineutrinos o en modo absorción, utilizando para ello la avanzada simulación Monte Carlo desarrollada para el experimento.	Análisis de datos y representación de resultados mediante lenguajes de programación como Python o C++/ROOT, en el ámbito de la Física de Partículas. Se recomienda haber cursado las asignaturas del máster Física Hadrónica e Interacciones Débiles. Referencia: SBND Collaboration, The Short-Baseline Near Detector at Fermilab, arXiv:2504.00245
Alberto Pérez de Rada Fiol y Trinitario Martínez Pérez	alberto.rada@ciemat.es trino.martinez@ciemat.es	*Caracterización del detector segmentado sTED para detección de neutrones rápidos*	El trabajo propuesto se enmarca en la línea de investigación de caracterización de detectores para espectroscopía de neutrones desarrollada en el CIEMAT. El objetivo principal es estudiar la respuesta del detector segmentado sTED (Segmented Total Energy Detector) frente a neutrones rápidos en el rango de energías comprendido entre 1 y 25 MeV. Se busca determinar su función de luz y eficiencia de detección mediante medidas experimentales realizadas en el laboratorio Neutrons For Science (NFS, GANIL), utilizando la técnica de tiempo de vuelo (TOF) con un haz de neutrones generado por la reacción de deuterones de 40 MeV sobre berilio. El estudiante participará en el análisis de los datos experimentales, aplicando técnicas de discriminación de forma de pulso (PSD) y comparando los resultados con simulaciones Monte Carlo empleando los códigos Geant4 y PHITS. El trabajo permitirá extraer parámetros de quenching y curvas de eficiencia, fundamentales para el uso del sTED en medidas de secciones eficaces y espectros de neutrones.	Conocimientos recomendados: • Fundamentos de física nuclear y detección de radiación. • Programación en C++ y análisis de datos con ROOT. • Uso básico de software Monte Carlo (Geant4). Bibliografía: V. Alcayne et al., Radiation Physics and Chemistry, 217, 111525 (2024). R. Brun, F. Rademakers, NIM A, 389, 81–86 (1997). S. Agostinelli et al., NIM A, 506, 250–303 (2003). T. Sato et al., J. Nucl. Sci. Technol., 61, 127–138 (2024).

			Los resultados obtenidos constituirán una contribución significativa a una publicación científica en una revista de alto impacto en el ámbito de la instrumentación nuclear. Tareas principales: • Análisis de señales digitalizadas mediante software de procesamiento de pulsos. • Aplicación de técnicas de discriminación de neutrones y rayos gamma (PSD). • Extracción de espectros de altura de pulso por intervalos de energía. • Cálculo de la eficiencia de detección y función de luz. • Simulación de la respuesta del detector con Geant4 y PHITS.	G. Dietze, H. Klein, PTB-ND-22, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (1982).
Miguel Angel Velasco *Jorge Casaus*	*MiguelAngel.Velasco@ciemat.es* *Jorge.Casaus@ciemat.es*	*Caracterización del flujo de electrones en los rayos cósmicos de alta energía con la misión espacial HERD*	Las medidas de precisión de los flujos de rayos cósmicos realizadas con experimentos en plataformas espaciales permiten abordar aspectos fundamentales de la física, como el origen y propagación de los rayos cósmicos, la naturaleza de la materia oscura o la existencia de antimateria de origen primordial. Las mediciones actuales de los flujos de electrones y positrones cubren el rango energético desde unos pocos cientos de MeV hasta la escala del TeV y muestran estructuras que no pueden explicarse con los modelos tradicionales sobre el origen y transporte de rayos cósmicos en la galaxia. El experimento HERD, propuesto para su instalación en la Estación Espacial China (CSS) en 2027, permitirá incrementar significativamente la estadística de electrones y positrones y ampliar el rango de energías hasta decenas de TeV. En este trabajo se estudiará la sensibilidad de HERD a la medida del flujo combinado de electrones y positrones a las energías más altas. La caracterización precisa de este flujo proporcionará información clave para estudiar la posible contribución de fuentes astrofísicas en dicho rango energético.	
José Luis Velasco	joseluis.velasco@ciemat.	*Confinamiento de partículas alpha en dispositivos de*	In the next years, ITER, a magnetic confinement device of the tokamak type, is expected to prove the feasibility of nuclear fusion as a large-scale and carbon-free source of energy. In parallel, the successful construction and first experimental campaigns of the optimized stellarator Wendelstein 7-X [1] are demonstrating the	[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Wendelstein_7-X [2] https://sites.fusion.ciemat.es/jlvela

		fusión optimizados de fusión por confinamiento magnético	viability of this type of magnetic confinement device as an alternative concept for a fusion commercial reactor. Very good confinement of fusion-generated alpha particles is a sine qua non for a fusion reactor. These very energetic ions are expected to contribute to heat the fusion reactants, which implies that their confinement time must be sufficiently longer than the time that it takes them to thermalize by giving their energy to the plasma. An even more restrictive criterion is set by the heat loads on the walls: alpha particles that are promptly lost, and that therefore retain most of their original energy, could damage the plasma-facing components of the reactor wall. Your research work will consist of analizing the alpha-particle confinement [2]. for stellarator magnetic configurations with otherwise reactor-relevant plasma confinement properties [3]. For this purpose, you will employ the most advanced numerical tools [4] in high-performance supercomputers [5]. This will be done in close collaboration with several researchers of the Laboratorio Nacional de Fusión and related international fusion laboratories. In doing so, you will become familiar with the cutting-edge theoretical developments —and with their experimental validation— needed to model and optimize the different aspects of stellarator physics.	sco/research-areas/fast-ion-confinement/ [3] https://sites.fusion.ciemat.es/jlvelasco/research-areas/piecewise-omnigenous-stellarators/ [4] https://github.com/ascot4fusion/ascot5 [5] https://docs.hpc.cineca.it/hpc/pitagora.html

Oferta de trabajos dirigidos en el IEM-CSIC

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Bruno Olaizola	*Bruno.olaizola@csic.es*	*Estudio experimental de núcleos exóticos con GRIFFIN*	The GRIFFIN array at TRIUMF, Canada, is currently the state-of-the-art decay spectrometer, with one of the highest gamma-ray efficiencies and a suit of ancillary detector that allows for in-depth decay experiments. It is routinely used to study the structure of some of the most exotic isotopes with extreme neutron-to-proton ratios. What are you going to do? The master research project will consist of the data analysis of recent GRIFFIN experiments. You will analyze the beta decay of exotic nuclei and build their level schemes, making use of different nuclear physics techniques, such as angular correlations, conversion electron spectroscopy or ultra-fast timing.	Se recomienda haber cursado la asignatura de Técnicas Experimentales Avanzadas de este máster. Conocimientos básicos de programación, en especial C++ o Python, son también recomendables.

			What are you going to learn? During this work, you will familiarize yourself with GRIFFIN and TRIUMF, a world-leading laboratory. You will also learn to use powerful analysis tools like ROOT, the most commonly used software in the nuclear and particle physics field. Finally, you will gain in-depth knowledge about nuclear structure far from stability and a wide range of nuclear physics detectors, able to detect gamma rays or charged particles.	
Bruno Olaizola Andrés Illana	*Bruno.olaizola@csic.es andres.illana@ucm.es*	*Experimentos de desintegración beta en ISOLDE, CERN*	The ISOLDE laboratory, at CERN, pioneered the development of radioactive beams, and it is still considered a world-class laboratory in nuclear physics. One of its experimental lines is the ISOLDE Decay Station (IDS), which is the permanent setup to conduct decay experiments of exotic nuclei, with a special focus on beta decay. The CSIC and UCM groups routinely use IDS to unravel the nuclear structure of isotopes far from the Valley of Stability. What are you going to do? The master research project will consist of the data analysis of recent IDS experiments. You will analyze the beta decay of exotic nuclei, building their level schemes and measuring the lifetime of excited state in the picoseconds (10^{-12} s) range. What are you going to learn? During this work, you will familiarize yourself with the fundamental aspects of decays experiments at IDS, and with the ISOLDE facility at CERN. You will also learn how to use powerful analysis tools like ROOT, the most popular software in the nuclear and particle physics field. Finally, you will gain in-depth knowledge about nuclear structure far from stability and a wide range of nuclear experimental techniques	Se recomienda haber cursado la asignatura de Técnicas Experimentales Avanzadas de este master. Conocimientos básicos de programación, en especial C++ o Python, son también recomendables.
Bruno Olaizola Andrés Illana	*Bruno.olaizola@csic.es andres.illana@ucm.es*	*Estudios de desintegración beta en la region rica de neutrones de los Rb en ISOLDE, CERN*	The ISOLDE laboratory, at CERN, pioneered the development of radioactive beams, and it is still considered a world-class laboratory in nuclear physics. One of its experimental lines is the ISOLDE Decay Station (IDS), which is the permanent setup to conduct decay experiments of exotic nuclei, with a special focus on beta decay. The CSIC and UCM groups routinely use IDS to unravel the nuclear structure of isotopes far from the Valley of Stability. What are you going to do? The master research project will consist of the data analysis of recent IDS experiments. You will analyze the beta decay of nuclei, building their	Se recomienda haber cursado la asignatura de Técnicas Experimentales Avanzadas de este master. Conocimientos básicos de programación, en especial C++ o Python, son también recomendables.

			level schemes and measuring the lifetime of excited state in the picoseconds (10^{-12} s) range. In particular, the decay of neutron-rich Rb. What are you going to learn? During this work, you will familiarize yourself with the fundamental aspects of decays experiments at IDS, and with the ISOLDE facility at CERN. You will also learn how to use powerful analysis tools like ROOT, the most popular software in the nuclear and particle physics field.	
Bruno Olaizola	*Bruno.olaizola@csic.es*	*Computational Nuclear Physics*	Computational physics is a powerful tool in nuclear research. By simulating real experiments, researchers can design and understand highly complex detector setups and interpret intricate decay patterns. Such simulations are essential at facilities like CERN, where experimental geometries involve many detector types working together to measure observables such as gamma–gamma angular correlations. What are you going to do? You will perform Geant4 simulations of beta-decay experiments at the ISOLDE Decay Station (IDS) at CERN. Your work will include modeling the detailed detector geometry, studying detection efficiencies and angular correlations, and developing an automated script to extract nuclear data from the ENSDF database and integrate it into your simulations. What are you going to learn? You will learn to use Geant4, one of the most powerful simulation tools in nuclear and particle physics, and work with large nuclear data sets. You will gain hands-on experience in detector modeling, simulation-based analysis, and data-driven design — valuable skills for future work in nuclear research, radiation physics, or medical applications.	Se recomiendan conocimientos básicos de programación, especialmente de C++ o, alternativamente, Python.
María José García Borge *Luis Acosta*	Mj.borge@csic.es Luis.acosta@csic.es	*Estudio de la Estructura resonante de 13Be mediante reacciones de transferencia*	El núcleo resonante 13Be es clave para comprender la estructura de halo del núcleo 14Be. Su estructura excitada se ha estudiado mediante técnicas de masa invariante y déficit de masa en experimentos realizados en RIKEN y GSI, pero los resultados obtenidos difieren entre ambos métodos. El experimento de transferencia de dos neutrones desde 11Be ofrece un enfoque complementario que permitirá caracterizar la resonancia ½+, cuya población está especialmente favorecida en reacciones (t,p). El experimento IS690, que toma datos en octubre en la Cámara Experimental de Dispersión (SEC) de la instalación ISOLDE-CERN, tiene como objetivo clarificar la estructura de 13Be mediante la	Conocimiento de programación, C++ y PYTHON Bibliografía: Proposal “Reaction studies with neutron-rich light nuclei at the upgraded SEC Device”, CERN-INTC-2021-016/INTC-P-597, Spokepersons: M.J.G. Borge and J. Cederkäl

			población directa de sus estados resonantes a través de la reacción de transferencia de dos neutrones en cinemática inversa 11Be(t,p)13Be. El Trabajo Fin de Máster consistirá en la calibración de detectores de partículas cargadas y centelleadores, así como en la identificación de las distintas partículas cargadas producidas en las reacciones de transferencia. En particular, se analizarán los datos de la reacción de calibración 22Ne(d,p).	
Olof Tengblad	olof.tengblad @csic.es	*La reacción 10B(d,α)8Be*	The main activity of the nuclear physics line at CMAM-UAM focuses on studying nuclear structure through reactions relevant to astrophysics. These reactions typically have extremely low cross sections, and their detection involves both charged particles and gamma radiation. The 2^+ resonances in ^{8}Be are responsible for shaping the neutrino spectrum from the β-decay of ^{8}B. These neutrinos have played a crucial role in the solar neutrino problem, leading to the discovery that neutrinos oscillate between different flavor states during their journey from the Sun to the Earth. The proposed experiment aims to measure the resonance profile of the 2^+ isospin-mixed doublet in a nuclear reaction, previously studied in the 1960s and 1970s using photographic plates and spectrometers. The objective is to remeasure this doublet using a transfer reaction known to populate it with a favorable cross section. A test for the experiment has already been performed, and some preliminary data are available for analysis. The student will participate in ongoing experiments of the CMAM group to gain practical experience with detectors, electronics, and data acquisition systems, while simultaneously working on the analysis of the existing data. The work involves laboratory tasks with detectors and electronics, as well as data analysis using GEANT4 and CERN-ROOT computational frameworks. Esta investigación se realiza en el marco del proyecto PID2022-140162NB-I00 https://fnexp.iem.csic.es/Proj-PID2022-140162NB-I00_es.html	Se requiere interés tanto en el trabajo experimental como en el análisis y simulaciones, así como disponibilidad para participar activamente en las medidas del laboratorio del grupo. Bibliografía: G. F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, 4th Ed., Wiley, 2010. W. R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer, 1994. S. Humphries, Principles of Charged Particle Acceleration, http://www.fieldp.com/cpa.html
Olof Tengblad	olof.tengblad @csic.es	*Anomalía de umbral en la dispersión de 6 Li+ 120 Sn*	The main activity of the nuclear physics line at CMAM-UAM focuses on studying nuclear structure through reactions relevant to astrophysics. These reactions generally have extremely low cross sections, and their detection involves both charged particles and gamma radiation.	Se requiere interés tanto en el trabajo experimental como en el análisis y simulaciones, así como disponibilidad para participar

			This specific experiment aims to measure the angular distribution of elastic scattering, transfer, and breakup processes in the ^{6}Li + ^{120}Sn system at deep sub-barrier energies, between 15 and 20 MeV (Lab). A preliminary test for the experiment has already been performed, and data are available for analysis. The candidate will participate in other experiments conducted by the CMAM group to gain experience with detectors, electronics, and data acquisition systems, while simultaneously working on the analysis of the previously obtained data. The work will involve laboratory activities with detectors and electronics, as well as data analysis using GEANT4 and CERN-ROOT frameworks. This research is carried out within the framework of the project PID2022-140162NB-I00 (https://fnexp.iem.csic.es/Proj-PID2022-140162NB-I00_es.html).	activamente en las medidas del laboratorio del grupo. Bibliografía: G. F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, 4th Ed., Wiley, 2010. W. R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer, 1994. S. Humphries, Principles of Charged Particle Acceleration, http://www.fieldp.com/cpa.html
Luis Armando Acosta Sánchez	luis.acosta@csic.es	*Puesta en marcha y caracterización del arreglo de detección de plano focal para el prototipo de ISRS.*	La primera fase del proyecto ISRS (ISOLDE Superconducting Recoil Separator) se encuentra actualmente en construcción e implica la puesta en marcha de un separador de retroceso lineal compuesto por dos cuadrupolos y un imán selector. Como parte de esta primera etapa, se desarrollará un prototipo completo de los detectores de plano focal del sistema, proponiendo y evaluando varios tipos de detectores. El programa de este Trabajo Fin de Máster consiste en la puesta en marcha y caracterización de detectores DSSSD, SiC y LaBr, utilizando fuentes radiactivas y haces estables producidos en aceleradores como CMAM (Madrid) e ISOLDE (CERN, Suiza). El estudiante se formará en el manejo de detectores modernos para partículas cargadas, neutrones y fotones, así como en electrónica, digitalizadores, sistemas de adquisición y programas de análisis de datos. Además, podrá participar en las actividades experimentales en curso del grupo de Física Nuclear del IEM-CSIC. Tareas principales: • Estudio de bibliografía relacionada con el proyecto. • Familiarización con diferentes tipos de detectores. • Construcción de cadenas electrónicas y de adquisición de datos. • Diseño y montaje del dispositivo experimental. • Toma de datos con fuentes radiactivas y haces de partículas.	Formación en Física y/o ingeniería informática o electrónica I. Martel et. al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 541 (2023) 176–179

			• Análisis de datos y obtención de resultados relevantes para el proyecto.	
Luis Armando Acosta Sánchez	luis.acosta@csic.es	*Estudio de canales de reacción en núcleos débilmente ligados*	Uno de los temas de mayor interés en la física nuclear contemporánea es el estudio de la dinámica de núcleos débilmente ligados, en particular los núcleos exóticos con halo neutrónico o protónico. El comportamiento de estos núcleos frente a su interacción con masas grandes o intermedias difiere notablemente del de los núcleos estables. En muchos casos, la polarizabilidad dipolar inducida por el blanco desempeña un papel fundamental en los procesos de ruptura y transferencia. En este Trabajo Fin de Máster, el estudiante analizará datos experimentales de reacciones nucleares entre núcleos débilmente ligados y blancos pesados, como plomo y oro. En concreto, se estudiarán reacciones que involucran los canales de ruptura de los núcleos ^{6}He y ^{17}Ne: el primero, un núcleo Borromeo con halo de dos neutrones, y el segundo, un posible análogo con halo diprotónico. El análisis de los distintos canales de reacción será clave para comprender el comportamiento de estos sistemas exóticos. Tareas principales: • Estudio de bibliografía relacionada con el tema. • Aprendizaje y uso de programas de análisis en física nuclear. • Análisis y reducción de datos experimentales. • Comparación de resultados con modelos teóricos. • Trabajo en laboratorio para comprender la toma de datos y el desarrollo de medidas experimentales reales.	Formación en Física y/o ingeniería informática o electrónica J. Diaz-Ovejas et. al., PhysicsLetters B 843 (2023) 138007 V.G. Tavora et. al., Phys. Lett. B 855 (2024) 138770 K. Pally et. al., Physical Review C 111 024615 (2025)
Christophe Rappold	christophe.rappold@csic.es	*Design study of a future WASA-FRS experiment with a new solenoid magnet*	The hypernucleus is a bound state of protons, neutrons, and hyperons (baryons containing a strange quark). Experimental studies of hypernuclei allow the determination of baryon–baryon interactions within the SU(3) flavor symmetry. In the study of hypernuclei in heavy-ion collisions, the WASA-FRS collaboration has shown that an experimental setup combining a solenoid and a high-resolution spectrometer enables precise observation of hypernuclei at GSI-FAIR. The WASA central detector is based on a compact solenoid magnet with a maximum field	Experimental nuclear physics. C++ language, Geant4 framework, ROOT framework. T. R. Saito et al. New directions in hypernuclear physics, NATURE REVIEWS PHYSICS, 3, pp. 803 - 813. (2021)

			of 1 T. For a future experiment, a new solenoid from the RCNP facility in Osaka, Japan, is being prepared for shipment to GSI-FAIR. This new solenoid is twice as large and provides a maximum magnetic field of 2.5 T. This master's thesis will focus on the design study of the future experiment based on Geant4 simulations. Using the characteristics of the current particle-tracking systems of the WASA-FRS setup, the study will investigate the feasibility and improvements that the new magnet will bring for the study of proton- and neutron-rich hypernuclei. The work will involve implementing the new solenoid magnet in the Geant4 framework of the WASA-FRS collaboration, studying the efficiency of the particle-identification algorithm through Geant4 simulations, and determining the differential efficiencies of particle identification and track reconstruction to perform a feasibility study of hypernucleus observation with the new setup.	
Christophe Rappold	*christophe.rappold@csic.es*	*Algoritmo de deep learning para el clustering de señales de los detectores de fibra centelleadora en el experimento WASA-FRS*	The hypernucleus is a bound state of protons, neutrons, and hyperons (baryons containing a strange quark). Experimental studies of hypernuclei allow the determination of baryon–baryon interactions within the SU(3) flavor symmetry. In the study of hypernuclei in heavy-ion collisions, the WASA-FRS collaboration has demonstrated that an experimental setup combining a solenoid and a high-resolution spectrometer enables precise observation of hypernuclei at GSI-FAIR. The data analysis from the 2022 experimental campaign is still ongoing. The aim of this master's thesis will be to improve the hit-clustering algorithm of the scintillating-fiber trackers used in the experiment. Deep-learning methods are envisioned to enhance the efficiency of hit clustering. The project will focus on developing deep-learning techniques to cluster the fiber layers of each tracking station into 3D point measurements. The research will involve implementing a new algorithm for clustering fiber-layer hits into 3D measurements using deep-learning approaches. Supervised training will rely on Geant4 simulations of the experimental setup, and several strategies will be evaluated to determine the optimal method. The efficiency of the new algorithm will be assessed and compared with the existing one. Additionally, new estimators derived	Experimental nuclear physics. Machine learning & deep learning framework. Python & C++ language, Geant4 framework, ROOT framework. T. R. Saito et al. New directions in hypernuclear physics, NATURE REVIEWS PHYSICS, 3, pp. 803 - 813. (2021)

			from the deep-learning model will be created to enrich the 3D measurements with angular and pre-tracking information.	

Oferta de trabajos dirigidos en el UAM				
Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Daniel Galaviz, Célia Tavares de Sousa, Belén Cortés	celia.tsousa@uam.es, belen.cortes@uam.es, galaviz@lip.pt	*Estudios de impacto de protonterapia en proteínas ligadas a Bodipy*	En el contexto del tratamiento de pacientes con enfermedades neurodegenerativas con radiación de baja dosis, una de las opciones más innovadoras consiste en el uso de compuestos químicos que contengan flúor o boro (como es el caso de BODIPY), los cuales se conectan a las estructuras proteicas anómalas observadas en este tipo de enfermedades - los llamados amiloides - y reaccionan sólo cuando expuestos a radiación hadrónica. En este contexto, el TFM consistirá en simular (usando la herramienta TOPAS) los productos de reacción y la dosis total depositada por haces de protones a energías en las que la reacción con el compuesto sea máxima. La identificación de parámetros observables en irradiaciones realizadas in vitro en el Centro de Micro-Análisis de Materiales (CMAM) de la Universidad Autónoma de Madrid constituirá uno de los objetivos del TFM.	

Oferta de trabajos dirigidos de cursos anteriores				
Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
José M. Udías Óscar Moreno	*jose@uc2.fis.ucm.es osmoreno@ucm.es*	*Modelos realistas de interacción leptón-núcleo*	¿Por qué el Universo está hecho de materia en vez de materia y antimateria en iguales proporciones? ¿Cuál es el origen y naturaleza de la materia oscura? Las respuestas a éstas y otras cuestiones fundamentales podrían estar en las oscilaciones de neutrinos. Este fenómeno, que evidencia que los neutrinos tienen masa, ha abierto la puerta a Física más allá del Modelo Estándar y ha situado el estudio de estas partículas en la actual frontera del conocimiento. DUNE (https://www.dunescience.org/) e	UCM

			Hyperkamiokande (http://www.hyperk.org/) son los dos "megaproyectos" que mejor representan los planes de la comunidad a medio y largo plazo. En estos experimentos de oscilaciones de neutrinos es esencial ser capaz de modelar con precisión la interacción entre el neutrino (proyectil) y el núcleo blanco que forma el detector, ya sea oxígeno (agua), carbono (aceites) y argon (detectores de argon líquido). En este trabajo se estudiarán diferentes modelos teóricos de interacción leptón-núcleo para diferentes canales de reacción: canal cuasielástico y/o de producción de piones. A partir de la comparación con datos experimentales se persigue seguir avanzando en el conocimiento y modelado de la respuesta nuclear a la interacción con leptones.	
Óscar Moreno Díaz	*osmoreno@ucm.es*	*Theoretical study of nuclear beta decays for recent experimental proposals*	We pursue the theoretical study of the nuclear structure of neutron-deficient isotopes in the region of mercury, with a focus on the details related to their beta decays. The microscopic description of the nuclei starts with a self- consistent deformed Hartree-Fock (HF) mean-field calculation for quasiparticles, on top of which residual interactions are introduced within quasiparticle random-phase approximation (QRPA) to obtain the intensities of Gamow-Teller transitions and beta-decay mean lives. The analysis and presentation of results will be specifically designed to support recent experimental proposals at ISOLDE-CERN on the beta decay of isotopes around mercury 186 using the total absorption spectroscopy technique.	UCM
Tomás R. Rodríguez.	*tomasrro@ucm.es*	*Microscopic description of particle-plus-rotor nuclei*	The structure of some nuclei with an odd number of particles (odd-even or even-odd number of protons-neutrons) can be understood as the motion of the unpaired particle and a rotating even-even core. One can distinguish some characteristic spectra depending on the strength of the interaction between the particle and the core. Our goal in this Master's Thesis proposal is the description, from microscopic calculations where the individual nucleons are the actual degrees of freedom of the system, of the spectra obtained with the geometrical picture.	UCM
Samuel España Palomar *es* *José Manuel Udías*	*sespana@csic.es* *jmudiasm@ucm.es*	*Estudio de Nuevas Técnicas en Detectores PET*	La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de imagen molecular que permite visualizar in vivo una determinada función biológica dependiente del radiotrazador utilizado. El trabajo propuesto tiene como objetivo el estudio de nuevas técnicas para el desarrollo de detectores para equipos de imagen PET. El trabajo constará de una primera etapa de estudio sobre el tema y posteriormente se realizarán simulaciones Monte Carlo. Dependiendo del progreso alcanzado podrán realizarse también mediciones experimentales.	UCM / CSIC

Samuel España Palomares *José Manuel Udías*	*sespana@csic.es* *jmudiasm@ucm.es*	*Sistema de Muestreo Arterial para la Aplicación de Modelos Cinéticos en PET*	La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de imagen molecular que permite visualizar in vivo una determinada función biológica dependiente del radiotrazador utilizado. Los datos medidos por un escáner PET se componen de varias componentes que pueden ser identificados utilizando un marco matemático basado en modelos cinéticos. La utilización de modelos cinéticos del trazador permite incrementar sustancialmente la cantidad de información biológica que puede extraerse de estos datos. El propósito de un modelo matemático es definir la relación entre los datos medibles y los parámetros fisiológicos que afectan la captación y el metabolismo del trazador. Los modelos utilizados requieren el conocimiento de la función de entrada a nivel arterial, es decir, la cantidad de trazador que el un determinado tejido tiene disponible en la sangre en cada momento del estudio. Esta función se suele determinar mediante la extracción de muestras de sangre en distintos momentos del estudio y el contaje de la actividad que contiene cada muestra. El trabajo propuesto tiene como objetivo la construcción y validación de un sistema de muestreo automático de sangre que contenga un detector gamma para la cuantificación de actividad. El trabajo tendrá una etapa inicial de estudio y construcción de un prototipo seguido da la validación de su funcionamiento y su puesta en marcha en estudios con animales.	UCM / CSIC
Pablo García Abia *Miguel Cárdenas*	*pablo.garcia@ciemat.es* *miguel.cardenas@ciemat.es*	*Estudios de ondas gravitacionales con datos del experimento Virgo*	El grupo de Ondas Gravitacionales del CIEMAT participa en el análisis de datos del experimento Virgo. Nos centramos en la física fundamental, incluyendo la energía oscura, la materia oscura y los parámetros cosmológicos. En este TFM, el estudiante desarrollará un algoritmo para explotar correlaciones no lineales entre los interferómetros LIGO y Virgo para buscar señales. Otro TFM potencial es la identificación de fallos en el interferómetro Virgo utilizando Inteligencia Artificial Explicable (XAI) en el dominio del tiempo.	CIEMAT
Pedro Calvo Portela *Miguel León López*	*pedro.calvo@ciemat.es* *miguel.leon@ciemat.es*	*Análisis experimental de una fuente de iones basada en radiofrecuencia para ciclotrones*	Los ciclotrones son uno de los aceleradores de partículas más empleados en la producción de radioisótopos para aplicaciones médicas debido a su versatilidad y compacidad. Las fuentes de iones constituyen uno de los componentes de mayor impacto en todo el rendimiento del acelerador por su impacto en la corriente inicial, así como en las condiciones de vacío. El proyecto ofertado pretende estudiar experimentalmente un nuevo prototipo de fuente de iones basada en radiofrecuencia orientada a instalarse en ciclotrones compactos. El objetivo del trabajo será la contribución a la toma de medidas en una instalación en el CIEMAT para caracterizar el funcionamiento de la fuente bajo las distintas condiciones de operación, realizando un comprensivo análisis de la influencia de diferentes parámetros de extracción. De esta manera se pretende verificar el diseño de este tipo de fuente de iones, para su futura implantación en sistemas comerciales.	CIEMAT

Pedro Calvo Portela *Concepción Oliver Amorós*	*pedro.calvo@ciemat.es* *concepcion.oliver@ciemat.es*	*Validación del diseño de aceleradores lineales de iones mediante herramientas de simulación de la dinámica de haces*	Los aceleradores de partículas constituyen una de las herramientas más avanzadas tecnológicamente que nos permiten estudiar el comportamiento de la materia, así como emplearlos en diferentes aplicaciones como la industria o la medicina. La propuesta de trabajo final de máster se centrará en el estudio de la dinámica de haces en aceleradores lineales mediante el uso de simulaciones avanzadas con diferentes códigos de simulación especializados. El objetivo principal será optimizar el comportamiento del haz de partículas a lo largo del acelerador, con el fin de mejorar la estabilidad, el control y la calidad del haz. Este trabajo se puede realizarse en diferentes proyectos en las que trabaja la Unidad de Aceleradores del CIEMAT. Se está desarrollando un inyector lineal de iones de carbono para hadronterapia cuyo modelo novedoso requiere de detallados estudios de dinámica. Asimismo, se puede participar en el estudio de la dinámica del acelerador IFMIF-DONES orientado al estudio de futuros materiales para fusión.	CIEMAT
Pedro Rato *Pedro Arce Dubois*	*pedro.rato@ciemat.es* *pedro.arce@ciemat.es*	*Verificación de tratamientos en protonterapia por tomografía de emisión de positrones*	La protonterapia utiliza protones para irradiar a los pacientes, ya que gracias al pico de Bragg permite obtener una mejor conformidad de la dosis que con fotones y electrones. En Madrid se han construido dos instalaciones de protonterapia clínica, actualmente en operación. El potencial de la protonterapia se ve limitado por las incertidumbres sobre la posición del pico de Bragg en el paciente, esto es, por la determinación del rango de los protones in vivo. Una de las actividades en las que más intensamente se trabaja en este momento se refiere precisamente a la verificación del rango de los protones in vivo, en particular mediante la detección de la actividad PET (tomografía de emisión de positrones) que los protones producen en el paciente durante la irradiación. En este trabajo se generarán, mediante técnicas Monte Carlo, imágenes PET a partir de planificaciones de tratamientos reales de pacientes, y se desarrollarán distintos métodos de verificación de tratamientos en protonterapia a partir de imágenes PET, usando un diseño de detector PET dedicado, propuesto por el Ciemat.	CIEMAT
José Luis Velasco	*joseluis.velasco@ciemat.es*	*Energetic ion confinement in optimized stellarators*	Very good confinement of fusion-generated alpha particles is a sine qua non for a fusion reactor. These very energetic ions are expected to contribute to heat the fusion reactants, which implies that their confinement time must be sufficiently longer than the time that it takes them to thermalize by giving their energy to the plasma. An even more restrictive criterion is set by the heat loads on the walls: alpha particles that are promptly lost, and that therefore retain most of their original energy, could damage the plasma-facing components of the reactor wall. In magnetic fusion devices of the stellarator type, neoclassical processes are the main concern with respect to energetic ion confinement. Particles trapped in the magnetic field of	Webpages: http://fusionsites.ciemat.es/jlvelasco/ http://fusionsites.ciemat.es/multitranstell/

			axisymmetric tokamaks, while moving back and forth along the field lines, experience radial excursions that produce banana-shaped orbits, but, on average, no net radial displacement takes place in the absence of collisions. Things are different in a generic stellarator, where collisionless trapped orbits are not confined (this also applies to tokamaks in which axisymmetry is not perfect). For this reason, the magnetic configuration of a stellarator has to be carefully designed in order to minimize energetic ion losses. The student will characterize the confinement of energetic ions in stellarators by numerically solving kinetic plasma equations. This will be done for a variety of optimized stellarator configurations, including Wendelstein 7-X (Greifswald, Germany) and the Large Helical Device (Toki, Japan). With his/her calculations, the student will be contributing to the participation of the Laboratorio Nacional de Fusión in the experimental campaigns of these two devices. Additionally, he/she will be taking part in a longer term project that has the goal of designing new optimized stellarator configurations that can be candidates for future fusion reactors.	
Samuel A. Giuliani *Luis M. Robledo*	*samuel.giuliani@uam.es* *luis.robledo@uam.es*	*Aplicaciones de técnicas de aprendizaje automático al método del generador de coordenadas.*	The Generator Coordinate Method (GCM) is a powerful tool to compute nuclear properties beyond the mean-field approximation. It provides a comprehensive and microscopic description of large-amplitude collective motion of nucleons within the nucleus. When combined with the restoration of spontaneously broken symmetries, GCM gives access to highly accurate predictions of a wide range of nuclear properties. However, such kind of calculations are computationally very demanding, limiting its practical applications particularly in the case of heavy nuclei. The aim of this Master's Thesis proposal is the study and implementation of Machine Learning algorithms that can alleviate the computational cost of GCM calculations, enabling the application of this method on large-scale surveys of nuclear properties.	UAM
Samuel A. Giuliani	*samuel.giuliani@uam.es*	*Nucleosíntesis de elementos pesados en el colapso de dos estrellas de neutrones*	Half of the elements heavier iron that are found in the Universe are produced in a specific stellar nucleosynthesis process: the rapid neutron capture process (or *r* process). The main astrophysical site responsible for the production of this heavy elements has not been identified yet, but binary neutron star mergers NSM are a promising candidate. Since stellar nucleosynthesis is driven by nuclear processes, the understanding of the impact of nuclear properties on the r process is essential for describing the cosmic origin of heavy elements. The aim of this Master's Thesis proposal is the study of the impact of nuclear properties (such as masses, beta decay rates and fission properties) on r-process abundances produced by the merger of two neutron stars.	UAM

Andrea Jungclaus	*andrea.jungclaus@iem.cfmac.csic.es*	*High-resolution gamma- ray spectroscopy at relativistic energies*	Summary: In this project, the candidate will learn how to analyze data taken in a state-of-the-art experiment in experimental nuclear physics. Taking advantage of the high energy resolution offered by the array of segmented Ge detectors HiCARI,an experiment has been conducted at the Radioactive Isotope Beam Factory (RIBF)at RIKEN (Tokyo, Japan) in November 2020 to study nuclei in the region around doubly-magic 132Sn. The radioactive beams of interest were produced in the projectile fission of a 238U beam at relativistic energies, separated and identified by the BigRIPS spectrometer and finally induced secondary reactions (nucleon removal and inelastic scattering) on light and heavy targets.	CSIC
Mª José García Borge Vicente García Távora	*mj.borge@csic.es vicente.garcia@csic.es*	*Monte Carlo Simulations for Nuclear Reactions of astrophysical interest.*	Along this academic year we plan to perform a series of studies of reactions of astrophysical interest, 7Li(3He,p)9Be (scheduled for October 17-19) in the tandem accelerator of 5 MV of the CMAM-UAM (Madrid). What are you going to do? The master research work will consist of the study of the optimum energy to realise the experiments, performing simulations to obtain the best setup configuration, and analyzing the results of the simulations. A comparison of the simulations with the real data obtained is the final aim. What are you going to learn? During this Master project, you will learn to use some physical and kinematics calculators like LISE++. You will also perform simulations of the experimental setup using GEANT4, and you will learn advanced data analysis techniques mainly using C++ and python. All those programs and techniques are used nowadays to perform real Nuclear Physics experiments from the top- tier facilities like CERN to the smaller ones like CMAM.	CSIC
Olof Tengblad Vicente García Távora	*olof.tengblad@csic.es vicente.garcia@csic.es*	*Experimental study of Nuclear Reactions of astrophysical interest.*	During this academic year, we plan to perform a series of studies of reactions of astrophysical interest, 10B(d,alpha)8Be in the tandem accelerator of 5 MV of the CMAM-UAM (Madrid). What are you going to do? The research work of the master will consist of the preparation of the electronics and DAQ (data acquisition system), which represents one of the things that students are most afraid of when they have to face for first time a real experiment. The student will also participate in the experiment and analyze the data obtained. What are you going to learn? During this work, you will learn about the main detectors, electronics and DAQ used nowadays for frontier experiments also used at Facilities like ISOLDE at CERN and also in the smaller ones like CMAM. You as master student are going to learn also how to use some physical and kinematics calculators like LISE++ and advanced data analysis techniques mainly using C++ and python.	CSIC

Samuel España	*sespana@csic.es*	*Tomografía por emisión de positrones con tiempo de vuelo*	El proyecto propuesto se centra en la tomografía por emisión de positrones (PET), una técnica avanzada de imagen molecular que permite visualizar procesos biológicos en el organismo y realizar diagnósticos en oncología, neurología y cardiología. Los equipos PET han experimentado una evolución significativa en los últimos años, con mejoras en sensibilidad, resolución espacial y resolución temporal. Particularmente, los equipos PET con tecnología de tiempo de vuelo (TOF-PET) ofrecen una precisión excepcional al delimitar la zona de emisión de los fotones de aniquilación mediante la medida de las diferencias en los tiempos de llegada de ambos fotones. Esto no solo mejora la relación señal-ruido en las imágenes, sino que también permite obtener la imagen anatómica del paciente junto con la imagen funcional usando únicamente los datos medidos por el equipo PET. El futuro de la tecnología PET se perfila aún más prometedor con el desarrollo de detectores de mayor resolución temporal, lo que supondrá un gran avance en el diagnóstico rutinario de enfermedades y en la relevancia clínica de la técnica PET. Este Trabajo Fin de Máster ofrece la oportunidad de contribuir a esta área de vanguardia mediante el trabajo en diversas técnicas para la mejora de imágenes PET con tiempo de vuelo. Los estudiantes tendrán la oportunidad de involucrarse en simulaciones Monte Carlo, desarrollo de algoritmos de reconstrucción de imagen y análisis de datos avanzados.	CSIC
Samuel España	*sespana@csic.es*	*Síntesis y caracterización de nanopartículas con aplicaciones biomédicas*	Los avances recientes en nanotecnología, bajo el ámbito de la nanomedicina, han enfocado sus esfuerzos en la creación de nanopartículas para la detección temprana y tratamiento de diversas enfermedades. Este trabajo tiene como objetivo principal estudiar nanopartículas con aplicaciones potenciales tanto como radiosensibilizadores en tratamientos oncológicos, como en la administración controlada de fármacos. El uso de nanopartículas como radiosensibilizadores ha demostrado ser una estrategia prometedora para mejorar la eficacia de la radioterapia, uno de los pilares en el tratamiento del cáncer. Al aumentar la absorción de radiación en las células tumorales, estas nanopartículas no solo potencian el daño inducido por la radiación, sino que también pueden ser diseñadas para liberar fármacos de manera controlada en respuesta a la exposición radioterapéutica. Este enfoque dual permite la liberación precisa de agentes terapéuticos directamente en el tumor, logrando una sinergia entre la destrucción tumoral y el tratamiento farmacológico localizado, reduciendo las dosis de radiación y minimizando los efectos secundarios en tejidos sanos.	CSIC

			El proyecto incluirá una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los tipos de nanopartículas utilizadas tanto para la radiosensibilización como para la liberación controlada de fármacos activada por radiación. Posteriormente, se definirá una estrategia para la síntesis y caracterización de diversas nanopartículas, evaluando su capacidad de generar especies reactivas de oxígeno (ROS) tras la exposición a radiación, su biocompatibilidad, y su eficacia en la liberación de fármacos en ambientes tumorales. Se prestará especial atención a los mecanismos moleculares que permiten que la radiación active la liberación de fármacos, buscando optimizar tanto la dosis radioterapéutica como el perfil de liberación terapéutica. Este trabajo busca contribuir a la mejora de las terapias avanzadas combinando la nanotecnología con la radioterapia, logrando un tratamiento más efectivo y dirigido, con menos efectos secundarios y mayor precisión terapéutica mediante el uso controlado de nanopartículas.	
Teresa Kurtukian Nieto	*teresa.kurtukian@iem.cfmac.csic.es*	*Study of A=88-90 Br and Se decay important for the rapid-neutron capture process of stellar nucleosynthesis*	The study of the properties of neutron-rich nuclei with mass around A=90 is important to understand the nucleosynthesis process behind the observed abundances of elements in the solar system and some ultra-metal-poor (UMP) stars. Recent observations of anomalously large abundances of stable Sr, Y, and Zr in some UMP stars, as compared to heavier neutron-capture elements, have brought about new questions regarding the rapid neutron capture process (r- process) mechanism and its possible sites. The goal of the proposed TFM is to use gamma spectroscopy techniques to identify new states on selenium and bromine isotopes which are the beta decaying precursors of the stable Sr, Y, and Zr. What are you going to do? The TFM research project will consist of the data analysis of an experiment performed at ILL, Grenoble measuring neutron-induced fission fragments from 235-U. You will analyze the beta decay of exotic nuclei with mass A=88, 89 and 90, measured using an array of two clover Ge detectors and the LOHENIE plastic scintillator array coupled with a BGO detector. What are you going to learn? During the TFM work, you will learn about stellar nucleosynthesis processes, about the r-process, as well as the nuclear structure of neutron-rich nuclei studied by beta decay. You will learn about beta and gamma-ray detection techniques, as well as data analysis including coincidences and add-back techniques that will be implemented using CERN/ROOT framework and C++, which are tools extensively used in nuclear and particle physics.	CSIC