

Oferta de trabajos dirigidos en la Universidad Complutense de Madrid

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Daniel Sánchez Parcerisa Mailyn Pérez Liva	dsparcerisa@ucm.es mailyn01@ucm.es	<i>Procesado de imágenes de microscopía mediante inteligencia artificial (IA)</i>	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.
Paula Ibáñez García Mailyn Pérez Liva José Manuel Udías	pbibanez@ucm.es mailyn01@ucm.es jmudiasm@ucm.es	<i>Optimización del diseño de un irradiador FLASH de rayos X para investigación preclínica</i>	En el marco de la colaboración entre el GFN y la empresa SEDECAL (https://www.sedecal.com/) se está desarrollando un irradiador para pequeños animales con tasas FLASH (> 40 Gy/s). La terapia FLASH es uno de los hot topics que hay actualmente en radioterapia ya que se ha visto que las irradiaciones a tan altas tasas producen muchos menos efectos secundarios al tejido sano que la radioterapia convencional manteniendo a la vez un buen control tumoral. Sin embargo, los mecanismos biológicos responsables de este efecto aún están siendo investigados. Un irradiador FLASH compacto, económico y fácil de usar, permitiría reforzar la investigación de este campo. En este trabajo se trabajará en optimizar el diseño del irradiador FLASH basado en rayos X. Esto se llevará a cabo tanto con simulaciones Monte Carlo detalladas de distintas componentes del irradiador como con una caracterización dosimétrica del mismo mediante el uso de películas	

			radiocrómicas. Los resultados de este trabajo se utilizarán para construir un irradiador FLASH para investigaciones preclínicas. <u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto DI2M: Detectores Inteligentes para Imagen Molecular (2021/C005/00147498). Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR</u>	
Paula Ibáñez García Mailyn Pérez Liva	pbibanez@ucm.es mailyn01@ucm.es	<i>Super-resolución mediante redes neuronales en Tomografía por Emisión de Positrones cardíaca</i>	La tomografía por emisión de positrones (PET) cardíaca es una herramienta poderosa para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades del corazón, pero su resolución a menudo se ve limitada por diversas restricciones técnicas y físicas. Aprovechando los avances en el aprendizaje profundo, en particular las redes neuronales, este trabajo tiene como objetivo mejorar la calidad de las imágenes, lo que permitirá una visualización más precisa de las estructuras cardíacas. Como parte de este proyecto, el estudiante desarrollará una extensa base de datos utilizando simulaciones numéricas de imágenes PET cardíacas, junto con referencias anatómicas basadas en imágenes cardíacas registradas por ecocardiografía de alta resolución. Esta base de datos se utilizará para alimentar métodos de super-resolución destinados a la recuperación de la resolución en PET.	
Andrés Illana Sisón	andres.illana@ucm.es	<i>Nuclear spectroscopy around 80Zr</i>	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),	Programming skills (C++) and enrolling in the signature "Técnicas experimentales avanzadas en física nuclear" will be advantageous.

			<p>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.</p>	
<p>José Manuel Udías Luis Mario Fraile</p>	<p>jose@nuc2.fis.ucm.es lmfraile@ucm.es</p>	<p><i>Evaluación de nuevos materiales centelleadores para detección de rayos gamma y partículas cargadas</i></p>	<p>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 centelleadores (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 de tiempos de estados excitados, monitorización de rango en protonterapia y otros.</p>	<p>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. <u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto TAU-PRTR: Tecnologías Avanzadas para la</u></p>

				<u>Exploración del Universo y sus Componentes . Financiado por el Gobierno de España y la UE. Fondos NextGeneration EU y PRTR.</u>
José Manuel Udías Luis Mario Fraile	jose@nuc2.fis.ucm.es lmfraile@ucm.es	<i>Algoritmos de procesado digital de pulsos para medidas de tiempos con centelladores rápidos</i>	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 master 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 compararan resultados de medidas experimentales usando los algoritmos propuestos con las técnicas tradicionales.	<u>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.</u> 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	jose@nuc2.fis.ucm.es	<i>Técnicas de procesado de datos y reconstrucción de imagen nuclear</i>	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	jose@nuc2.fis.ucm.es	<i>Mejora en el diseño de detectores y escáneres para medicina nuclear mediante métodos Monte Carlo</i>	Se mejorarán las correcciones aplicadas a las imágenes nucleares	
José Manuel Udías	jose@nuc2.fis.ucm.es	<i>Distorsión Coulombiana en procesos de dispersión de electrones por núcleos</i>	La interacción coulombiana entre los leptones y el núcleo blanco, en experimentos de dispersión de leptones por núcleos, ha de tenerse en cuenta para tener resultados correctos, y sin embargo a pesar de los muchos años que hace que se conoce cómo tratarla, no está incluida. En este trabajo veremos cómo hacerlo. Posibilidad de financiación.	
Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	<i>Aplicación de Redes Neuronales para el modelado del transporte de radiación</i>	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	Disposición a aprender sobre Simulaciones y Redes Neuronales

			simulados como reales. Se considerarán aplicaciones en imagen médica nuclear y protonterapia.	
Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	<i>Advance analysis of PET data using multiple coincidences</i>	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.	
José Manuel Udías Luis Mario Fraile	jose@nuc2.fis.ucm.es lmfraile@ucm.es	<i>Monitorización del rango de protones en protonterapia mediante la detección de radiación gamma instantánea</i>	La protonterapia es una técnica radioterapia que emplea haces de protones para tratar tumores con alta precisión. Uno de sus desafíos es asegurar que los protones alcanzan un rango adecuado, deteniéndose en el tumor y evitando daños innecesarios a los tejidos sanos circundantes, para así realizar tratamientos eficaces y seguros. Por eso la monitorización en tiempo real del rango de protones es esencial. En este contexto, la detección de radiación gamma instantánea (prompt-gamma radiation) generada durante la interacción de los protones bien con los tejidos bien con contrastes introducidos ad hoc se ha convertido en una técnica prometedora. El objetivo de este trabajo de fin de máster la optimización y puesta a punto de un sistema de monitorización de rango de protones en protonterapia basado en la detección de gammas prompt con centelleadores rápidos, mediante la realización de simulaciones Monte Carlo y medidas en laboratorio. Se realizarán pruebas con haces de baja energía en el acelerador del CMAM y en condiciones realistas en alguno de los centros de protonterapia actualmente en marcha.	<u>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.</u> Existe la posibilidad de financiación y de continuar la

				investigación realizando una tesis doctoral.
Tomás R. Rodríguez José Manuel Udías	tomasro@ucm.es jose@nuc2.fis.ucm.es	<i>Structure of exotic N=Z nuclei with variational approaches</i>	<p>Medium-mass N=Z nuclei are suitable systems to test several many-body phenomena, e.g., proton-neutron pairing correlations, multiple shape-coexistence or isospin symmetry breaking. Additionally, some of these neutron deficient nuclei are of astrophysical interest because they could be waiting-points of rp-process and/or vp-process nucleosynthesis.</p> <p>The theoretical description of these systems is still challenging, in particular, the calculation of their properties within a self-consistent mean-field and beyond-mean-field framework.</p> <p>The aim of this Master's Thesis proposal is the study of even-even and odd-odd N=Z nuclei in the $28 < N (= Z) < 50$ region using a recently developed computer code (TAURUS) that implements those many-body techniques with realistic</p>	Requirements: Basic knowledge of nuclear many-body methods, linux, programming (preferable in FORTRAN).

Oferta de trabajos dirigidos en el IEM-CSIC

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Bruno Olaizola	Bruno.olaizola@csic.es	<i>Estudio experimental de núcleos exóticos con GRIFFIN</i>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	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.
Bruno Olaizola Andrés Illana	Bruno.olaizola@csic.es andres.illana@ucm.es	<i>Experimentos de desintegración beta en ISOLDE, CERN</i>	<p>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.</p>	Se recomienda haber cursado la asignatura de Técnicas Experimentales Avanzadas de este master. Conocimientos básicos de programación, en

			<p>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.</p> <p>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</p>	especial C++ o Python, son también recomendables.
--	--	--	---	---

Oferta de trabajos dirigidos en el Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información "Leonardo Torres Quevedo" - CSIC

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Samuel España	sespana@csic.es	<i>Tomografía por emisión de positrones con tiempo de vuelo</i>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
Samuel España	sespana@csic.es	<i>Síntesis y caracterización de</i>	Los avances recientes en nanotecnología, bajo el ámbito de la nanomedicina, han enfocado sus esfuerzos en la creación de	

		<p><i>nanopartículas con aplicaciones biomédicas</i></p>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
--	--	--	--	--

Oferta de trabajos dirigidos en la Universidad Autónoma de Madrid

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Samuel A. Giuliani Luis M. Robledo	samuel.giuliani@uam.es luis.robledo@uam.es	<i>Aplicaciones de técnicas de aprendizaje automático al método del generador de coordenadas.</i>	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.	Strong interest in the methodology used to solve the nuclear quantum many body problem
Samuel A. Giuliani	samuel.giuliani@uam.es	<i>Nucleosíntesis de elementos pesados en el colapso de dos estrellas de neutrones</i>	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 <i>r</i> 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 <i>r</i> 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 <i>r</i> -process abundances produced by the merger of two neutron stars.	

Oferta de trabajos dirigidos en el CIEMAT

Supervisor/a	Correo electrónico	Título	Resumen	Observaciones
Diana Navas Nicolás Carmen Palomares Espiga	diana.navas@ciemat.es mc.palomares@ciemat.es	<i>LiquidO: Una nueva tecnología para la detección de neutrinos</i>	<p>Las incógnitas abiertas en física de neutrinos exigen enormes detectores (>kton), con gran resolución energética y que sean capaces de distinguir las partículas resultantes de la interacción del neutrino. Un detector con estas características basado en un diseño simple y no 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 que es capaz de identificar neutrinos de baja energía y conocer su punto de interacción con alta precisión, resolviendo las limitaciones del método tradicional de detección (centellador transparente).</p> <p>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 que tiene como objetivo principal monitorizar un reactor nuclear usando por primera vez los neutrinos generados en las reacciones de fisión. El trabajo tiene lugar en el entorno de una colaboración internacional en la que participan institutos de investigación y universidades de Francia, Gran Bretaña y Alemania.</p>	
Edilberto Sánchez José Luis Velasco	edi.sanchez@ciemat.es jose Luis.velasco@ciemat.es	<i>Optimización de configuraciones magnéticas para stellarators</i>	<p>Stellarators are non-axisymmetric devices in which the magnetic field is created basically by external magnets, without the need of any mechanism to drive current within the plasma. This provides them with an inherent and useful capability for steady-state operation and makes them less prone to plasma magnetohydrodynamic instabilities. However, it also generally produces larger energy losses: at low collisionalities, the combination of magnetic geometry and particle collisions leads to a variety of stellarator-specific neoclassical transport regimes, which usually give a large contribution to the radial energy and particle transport. In a reactor, fusion-generated alpha particles, that are</p>	<p>Bibliografía: [1]https://princetonuniversity.github.io/STELLOPT/ [2]https://www.bsc.es/es/marenostrom/marenostrom [3]https://www.hp.cineca.it/hardware/marconi</p>

			<p>expected to contribute to heat the fusion plasma, could be lost before being able to thermalize by giving their energy to the bulk. In doing so, they could even damage the plasma facing components of the reactor. The optimization of stellarators (i.e., the tailoring of their magnetic configuration) is crucial for the obtention of a fusion reactor design. Additionally, it has to be demonstrated that the resulting magnetic configuration can actually be built with coils that meet all the appropriate engineering constrains.</p> <p>The work by the student will consist of searching for stellarator magnetiic configurations with reactor-relevant plasma confinement properties as well as feasible coils. For this purpose, the most advanced optimization tools [1], which are run in high-performance computer clusters [2,3], will be used. With his/her calculations, the student will be participating in a larger scale project at the Laboratorio Nacional de Fusión, with the goal of designing new stellarator configurations that can be candidate for fusion reactors..</p>	
<p><i>Pablo García Abia</i> <i>Miguel Cárdenas</i></p>	<p>pablo.garcia@ciemat.es miguel.cardenas@ciemat.es</p>	<p><i>Estudios de ondas gravitacionales con datos del experimento Virgo</i></p>	<p>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.</p>	
<p><i>Pedro Calvo Portela</i> <i>Miguel León López</i></p>	<p>pedro.calvo@ciemat.es miguel.leon@ciemat.es</p>	<p><i>Análisis experimental de una fuente de iones basada en</i></p>	<p>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</p>	

		<i>radiofrecuencia para ciclotrones</i>	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.	
<i>Pedro Calvo Portela Concepción Oliver Amorós</i>	pedro.calvo@ciemat.es concepcion.oliver@ciemat.es	<i>Estudios de dinámica de haces en aceleradores lineales</i>	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 realizar 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.	
<i>Miguel Cárdenas Montes Roberto Santorelli</i>	miguel.cardenas@ciemat.es roberto.santorelli@ciemat.es	Aprendizaje Automático aplicado a	El aprendizaje automático (machine learning) es una herramienta de amplio uso en física de partículas. El objetivo de este TFM es la explotación los algoritmos de aprendizaje	

		detectores de materia oscura	automático en el contexto del experimento DarkSide-20k. Este detector de Argón líquido será el más grande destinado a la detección directa de materia oscura, siendo este objetivo uno de los desafíos de la física actual y su descubrimiento supondría un gran avance en la comprensión de los componentes del universo. Este TFM proporcionará al candidato un sólido conocimiento de las técnicas de machine learning aplicadas a grandes experimentos de física, y al mismo tiempo, un importante entendimiento de las técnicas de detección de partículas, así como de la búsqueda de eventos raros de física.	
Vicente Pseudo	Vicente.pseudo@ciemat.es	<i>Estudio de la sensibilidad del experimento DarkSide-20k para la búsqueda de materia oscura.</i>	<p>Muchos experimentos se dedican a la búsqueda de las escasas señales resultantes de las posibles interacciones de partículas de materia oscura en forma de Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs), hasta ahora sin éxito. Para superar los límites actuales en este campo, se requiere una nueva generación de detectores de gran masa y con un nivel de fondo sin precedentes. DarkSide-20k, cuya construcción ha comenzado en el Laboratorio subterráneo de Gran Sasso en Italia, ofrecerá una sensibilidad sin precedentes a las posibles señales de WIMPs.</p> <p>Para DarkSide-20k, es esencial diferenciar las escasas señales de interacción de WIMPs de los procesos generados por las partículas del modelo estándar. Esto requiere un profundo conocimiento del fondo intrínseco del detector, producido, por ejemplo, por la radioactividad natural del detector y del laboratorio subterráneo donde se ubica. El objetivo del TFM es el análisis de datos, combinando medidas de caracterización y simulaciones y hacer una estimación realista de la sensibilidad y sus incertidumbres. Las tareas propuestas implican un riguroso aprendizaje de física de partículas, física nuclear y técnicas de detección, y ofrecen una excelente preparación para emprender un doctorado en el campo de la física de partículas o la astrofísica.</p>	Se requieren bases de física nuclear y física de partículas, ya que la búsqueda de materia oscura es una intersección entre ambos campos. Sin embargo, no es necesario tener experiencia previa en técnicas avanzadas de análisis, ya que estas se adquirirán de forma práctica y directa durante el desarrollo del TFM, proporcionando una oportunidad única de

				aprendizaje en un entorno de investigación puntero.
<i>Roberto Santorelli</i>	roberto.santorelli@ciemat.es	<i>Desarrollo y análisis de datos de detectores de argón líquido para la búsqueda de materia oscura</i>	<p>La detección directa de la materia oscura es uno de los desafíos más importantes de la física actual, y su descubrimiento representaría un avance trascendental en nuestra comprensión tanto de los componentes fundamentales del universo como del papel que desempeñaron durante su evolución temprana. El grupo de Materia Oscura del CIEMAT (CIEMAT-DM) posee una amplia experiencia en este campo, especialmente en el diseño, construcción, operación y análisis de datos de experimentos basados en detectores de argón líquido.</p> <p>Para superar los límites experimentales actuales en la detección de partículas masivas débilmente interactuantes (WIMPs), se requiere una nueva generación de detectores de gran masa. Nuestro grupo participa actualmente en el análisis de datos del experimento DEAP-3600, un detector de tres toneladas en operación en el laboratorio subterráneo SNOLAB en Canadá, y en la construcción del detector de argón líquido más grande para la detección directa de materia oscura, DarkSide-20k, que contará con 20 toneladas de material activo en su volumen fiducial y una sensibilidad sin precedentes a señales potenciales de WIMPs. Este detector se está construyendo en el laboratorio subterráneo del Gran Sasso en Italia y comenzará a tomar datos en 2026.</p> <p>Los objetivos del TFM (Trabajo de Fin de Máster) pueden adaptarse a los intereses del/de la estudiante, centrándose en la construcción en laboratorio de una cámara completa de argón para el desarrollo de nuevos detectores para el estudio de la materia oscura y/o en el análisis de datos de la búsqueda de materia oscura con el experimento DEAP-3600. Las tareas propuestas ofrecen un aprendizaje profundo en física de partículas, nuclear y de detectores, brindando una</p>	<p>Se requieren bases en física nuclear y física de partículas, ya que la búsqueda de materia oscura es una intersección entre ambos campos. Sin embargo, no es necesario tener experiencia previa en técnicas avanzadas de análisis ni en actividades experimentales de laboratorio, ya que estas se adquirirán de forma práctica y directa durante el desarrollo del TFM, proporcionando una oportunidad única de aprendizaje en un entorno de investigación puntero.</p>

			experiencia excelente para quienes deseen continuar con un doctorado en física de partículas o astrofísica.	
Pablo Garcia Vicente Pesudo	Pablo.garcia@ciemat.es Vicente.Pesudo@ciemat.es	Caracterización y análisis de datos del Detector DArT para la búsqueda de argón radiopuro	<p>La detección directa de materia oscura sigue siendo uno de los mayores retos de la física moderna. El detector DArT, en operación en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc, forma parte de un proyecto internacional para buscar argón radiopuro, un componente clave para minimizar los eventos de fondo radiogénico en experimentos de búsqueda de materia oscura en forma de <i>Weakly Interacting Massive Particles</i> (WIMPs).</p> <p>DArT está diseñado para medir las pequeñas contaminaciones radioactivas en el argón extraído bajo tierra en Estados Unidos, comprobando que el material cumple con los estrictos límites de radiopureza necesarios para su uso en DarkSide-20k, el mayor experimento en construcción actualmente para la detección directa de WIMPs. Este experimento, que utilizará 50 toneladas de argón líquido en el Laboratorio Subterráneo del Gran Sasso en Italia, busca reducir al mínimo los eventos de fondo radiogénico y maximizar la sensibilidad en la búsqueda de materia oscura. El grupo CIEMAT-DM está profundamente involucrado en el desarrollo y análisis del experimento DArT, ofreciendo una oportunidad única para participar en la caracterización y análisis de los datos obtenidos en las primeras pruebas del detector. Este TFM se adapta a los intereses del estudiante y brinda la posibilidad de involucrarse en aspectos clave como el desarrollo de algoritmos de análisis, la implementación de simulaciones Monte Carlo y la optimización del detector.</p>	Se requiere una base en física nuclear y física de partículas, ya que la detección directa de materia oscura se encuentra en la intersección de estos dos campos. Sin embargo, no es necesario contar con conocimientos previos en técnicas avanzadas de análisis de datos, ya que estas habilidades se desarrollarán a lo largo del TFM, proporcionando una formación valiosa en un entorno de investigación de primer nivel.
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 out of the confined plasma. In present day experiments, these losses are attributed, to a large extent, to	Bibliografía: [1] P. Catto, Plasma Phys. 20, 719 (1978) [2] P.

			<p>the turbulent processes associated with fluctuations of the plasma electromagnetic fields with characteristic spatial scale of the order of the Larmor radius of the plasma species. The theoretical framework for the study of these fluctuations is gyrokinetic theory [1]. The quantitative evaluation of the transport driven by gyrokinetic turbulence is in most situations carried out by numerical simulations performed in massive parallel computing platforms. For tokamaks, gyrokinetic codes are mature and have been extensively validated against experiments. Whereas tokamaks are axisymmetric (which reduces the dimensionality of the equations to be simulated), stellarators are intrinsically three-dimensional, and this has led to specific difficulties and, until recently, a comparatively slower progress of the field (see e.g. [2]). The aim of the present master's thesis project is to investigate turbulence in stellarator plasmas by means of the modern, advanced gyrokinetic code stella [3]. The project includes applications to present-day stellarators such as W7-X (Greifswald, Germany) [4], LHD (Toki, Japan) [5] and TJ-II (Madrid, Spain) [6]. Interest of the candidate on theory and numerical simulations is highly recommended.</p>	<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</p> <p>Webpage: http://fusionsites.ciemat.es/icalvo/</p>
<p>José Luis Velasco</p>	<p>joseluis.velasco@ciemat.es</p>	<p><i>Energetic ion confinement in optimized stellarators</i></p>	<p>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 axisymmetric tokamaks, while moving back and forth</p>	<p>Webpages: http://fusionsites.ciemat.es/jlvelasco/ http://fusionsites.ciemat.es/multitransstell/</p>

			<p>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.</p>	
<p>Edilberto Sánchez González</p>	<p>edi.sanchez@ciemat.es</p>	<p><i>Global gyrokinetic simulations in stellarators</i></p>	<p>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</p>	<p>Bibliografía:</p> <p>[1] P. Catto. Plasma Phys. 20 719-722 (1978). [2] G. Jost, et al. Physics of Plasmas, 8(7) 3321 (2001). [3] http://fusionsites.ciemat.es/picgklnf/ [4] https://www.bsc.es/es/marenostrum/marenostrum [5]</p>

			<p>continues previous work carried out at the Laboratorio Nacional de Fusión, CIEMAT [3]. The project will include simulations in the Mare Nostrum [4] and Marconi [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.</p>	<p>https://www.hpc.cineca.it/hardware/marconi [6] http://www.fusion.ciemat.es/tj-ii-2/ [7] https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk</p>
<p><i>Cristina Fernández Bedoya</i> <i>Cristina Martín Pérez</i></p>	<p>cristina.fernandez@ciemat.es cristina.martin@ciemat.es</p>	<p><i>Estudios de un nuevo algoritmo de disparo de muones en CMS con datos de colisiones del LHC</i></p>	<p>El LHC (Large Hadron Collider) del CERN está planeando una mejora que conseguirá un incremento de un factor 10 en luminosidad (10 veces el número de colisiones por segundo), en lo que se conoce como High Luminosity LHC, o HL-LHC. Con ello se lograrán medidas más precisas sobre partículas elementales y acceder a procesos más allá de la sensibilidad actual, alguno de los cuales puede ser inesperado. Las mejores colisiones y las más interesantes se seleccionan con algoritmos implementados en los sistemas de Trigger, que requieren también mejoras para este nuevo escenario. CIEMAT ha desarrollado un nuevo algoritmo de trigger para el detector CMS, capaz de operar a la máxima luminosidad prevista, y además con resoluciones temporales óptimas. En este TFM el estudiante trabajará el proceso de selección requerido para el sistema de trigger de un experimento en la frontera del conocimiento y aprenderá el proceso de optimización del trigger de muones de CMS usando muestras de datos de simulación y de colisiones reales.</p>	<p>Recomendado: Programación en C++ y/o Python, interés por la física de partículas y detectores. Bibliografía: https://arxiv.org/abs/2302.01666</p>
<p><i>Jesús Puerta Pelayo</i></p>	<p>jesus.puerta@ciemat.es</p>	<p><i>Desarrollo y estudio de un telescopio de muones con cámaras de tubos de deriva</i></p>	<p>El CIEMAT construyó más del 25% de las cámaras de tubos de deriva del espectrómetro de muones del experimento CMS en el LHC. Utilizando la misma tecnología se fabricaron cuatro unidades de detección a escala reducida que componen un sistema portátil de detección de muones cósmicos. Este telescopio de muones podrá ser utilizado para numerosas aplicaciones, como estudios de la radiación cósmica, banco de pruebas para la electrónica de futuras</p>	

			actualizaciones de CMS, radiografía de muones etc. En el trabajo propuesto el/la alumno/a participará, por un lado, en el desarrollo del detector, su sistema de pruebas, sistema de adquisición de datos y software de análisis, permitiéndole así conocer de cerca la cadena completa de funcionamiento de un experimento de altas energías. Por otro lado, realizará estudios de rendimiento de las cámaras de tubos de deriva y estimaciones preliminares del dispositivo experimental como posible sistema para realizar radiografías muónicas.	
Juan Pablo Fernández Ramos José María Hernández Calama	Juanpablo.Fernandez@ciem.at.es Jose.Hernandez@ciemat.es	<i>Estudio de la identificación jets originados por quarks c en colisiones protón-protón con datos del experimento CMS del LHC (CERN)</i>	El objetivo de este trabajo es identificar jets (chorros de energía/partículas) que proceden de quarks c generados en las colisiones protón-protón del LHC y detectados en el experimento CMS. Durante el aprendizaje se entenderá que lo más importante no sólo es el resultado sino demostrar que la herramienta de medida (formada por el detector de partículas CMS junto con las características particulares del análisis) funciona. Evaluaremos cómo de buena es esa herramienta de medida. Tiene muchas posibles extensiones (desde medidas de lo conocido hasta búsquedas de lo desconocido).	
Dermot Moran Javier Brochero	Dermot.Moran@ciemat.es JavierAndres.Brochero@ciemat.es	<i>Estudio de la estructura de acoplamientos del bosón de Higgs en el canal leptónico V+H, con V=W, Z y H--> WW, en el experimento CMS del LHC del CERN</i>	El descubrimiento del bosón de Higgs en 2012, llevado a cabo por los experimentos ATLAS y CMS del LHC del CERN, supuso un avance trascendental en la Física de Partículas. Desde entonces esta partícula, ya predicha por el Model Estándar (SM), ha sido analizada y estudiada en varios estados finales de su producción, entre ellos el modo de desintegración del Higgs en 2 bosones W (WW) y éstos a su vez en su desintegración leptónica. El bosón de Higgs tiene varios modos de producción en el LHC: gluon fusion (ggH), vector boson fusion (VBF), y producción asociada con un bosón vectorial electrodébil (VH, que implica ZH or WH). Aprovechando la cinemática de la desintegración del bosón de Higgs y de las partículas asociadas, se puede probar la estructura de acoplamientos del bosón de Higgs, que es sensible a nuevos procesos de física potenciales, más allá del SM (BSM). El estudio se centra en los canales de producción	

			VBF (vector boson fusion) y VH, con una sensibilidad especial a posibles efectos BSM. El canal leptónico en VH (donde las partículas asociadas Z/W se desintegran leptónicamente) está poco estudiado desde el punto de vista de un análisis de acoplamientos en $H \rightarrow WW$. En este TFM se propone un estudio a nivel de simulación de los acoplamientos del bosón de Higgs en el canal leptónico de VH con el experimento CMS. Ello conlleva establecer criterios de selección de sucesos y diseñar las variables óptimas para el estudio en este canal.	
Alberto Escalante del Valle María Cepeda Hermida	A.Escalante.del.Valle@cern.ch maria.cepeda@cern.ch	Calculadora de firmas experimentales exóticas del Higgs	El objetivo de este trabajo es desarrollar una herramienta genérica capaz de evaluar a nivel generador, en escenarios de física más allá del Modelo Estándar con desintegraciones exóticas del bosón de Higgs, las señales experimentales con mayor potencial de descubrimiento, dadas las características específicas de un tipo de detector y colisionador. Esta herramienta permitirá, de manera automatizada y flexible, facilitar la planificación de futuros experimentos y optimizar las búsquedas de nueva física, maximizando así los esfuerzos de la comunidad científica en esta dirección. Estos dos investigadores proponen un TFM alternativo, de título "Medida de A_e a través de la asimetría FB de polarización del tau con el futuro acelerador FCC-ee". A discutir con l@s candidat@s la preferencia de tema.	
Javier Llorente Merino Isabel Josa Mutuberría	Javier.Llorente@ciemat.es Isabel.Josa@ciemat.es	Estudio de la producción de pares top-antitop en asociación con jets de alto p_T en el LHC	Este trabajo consistirá en el estudio cinemático de la producción de pares tt en asociación con jets de alto momento transversal, así como del cociente de las secciones eficaces tt+jet y tt, como función de diferentes variables cinemáticas. Para ello se emplearán métodos de Monte Carlo para el cálculo de las secciones eficaces a segundo orden perturbativo, NLO, junto con modelos de duchas partónicas y hadronización. Se pondrá énfasis en la evaluación de la dependencia de dichos observables con la constante de acoplamiento fuerte y la masa del quark top.	
Miguel Angel Velasco Frutos	MiguelAngel.Velasco@ciemat.es	Búsqueda de fotones oscuros	Los constituyentes de la materia oscura podrían interactuar con el Modelo Estándar a través de los bosones gauge de	

		<i>procedentes del Sol mediante experimentos espaciales</i>	una simetría U(1) espontáneamente rota, los denominados fotones oscuros, que podrían producirse en gran cantidad como producto de la aniquilación de materia oscura capturada gravitacionalmente en el Sol. Estos fotones oscuros escaparían del Sol y decaerían en pares de partículas cargadas del Modelo Estándar que pueden ser detectadas mediante experimentos de rayos cósmicos espaciales. En este trabajo se investigará la sensibilidad para la detección de dichas señales tanto de los experimentos actuales (AMS-02, DAMPE, CALET) como de los instrumentos de próxima generación (HERD, ALADInO, AMS-100).	
<i>Jorge Casaus Amentano Jose Ocampo Peleteiro</i>	Jorge.Casaus@ciemat.es Jose.Ocampo@ciemat.es	<i>Impacto de las secciones eficaces de interacción en los modelos de propagación de los rayos cósmicos galácticos</i>	Las medidas de los flujos de rayos cósmicos proporcionadas por los experimentos espaciales de última generación (PAMELA, CALET, DAMPE, AMS-02) presentan incertidumbres inferiores al 5% que potencialmente permiten una determinación muy precisa de los parámetros de los modelos de propagación de rayos cósmicos en la galaxia (coeficiente de difusión, tamaño del halo). Sin embargo, la capacidad predictiva de estos modelos está severamente limitada por las incertidumbres en las secciones eficaces de interacción de las distintas especies de rayos cósmicos con el medio interestelar. Este trabajo se centrará en el estudio de los rayos cósmicos muy pesados ($Z > 14$) mediante la revisión de las medidas y modelos existentes para la evaluación de las secciones eficaces relevantes, la determinación sistemática de su impacto en los parámetros de propagación y el cómputo de la precisión deseada en las nuevas medidas de secciones eficaces previstas en los experimentos actualmente en operación (SHINE, AMBER).	
<i>Pablo García Abia Carlos Delgado Miguel Cárdenas Montes</i>	pablo.garcia@ciemat.es carlos.delgado@ciemat.es miguel.cardenas@ciemat.es	<i>Estudios de ondas gravitacionales con datos del experimento Virgo</i>	El grupo de Ondas Gravitacionales del CIEMAT participa en el análisis de datos del experimento Virgo. El objetivo es estudiar física fundamental, abarcando energía oscura, materia oscura y parámetros cosmológicos. En este TFM el estudiante desarrollará un algoritmo que explote correlaciones no-lineales entre los interferómetros de LIGO y	

			Virgo, en la búsqueda de señales. Otro TFM posible consistiría en identificar fallos en el interferómetro de Virgo usando Explainable Artificial Intelligence (XAI) en el dominio temporal.	
Santiago Avila Pérez	santiagoavilaperez@gmail.com	<i>Estudio de modelos de inflación en simulaciones cosmológicas</i>	La Agencia Espacial Europea lanzó el satélite Euclid en Julio 2023. Uno de sus objetivos es mejorar el entendimiento de los procesos físicos en los primeros 10^{-30} segundos del Universo, cuando debió tener lugar la inflación. En esta fase el Universo se expandió exponencialmente y se crearon las semillas de la estructura a gran escala del Universo (LSS), expandiendo minúsculas fluctuaciones cuánticas hasta escalas de nivel extragalácticas. Este proceso creó unos patrones que se observan a día de hoy en la distribución de galaxias en el Universo. Los modelos de inflación más simples predicen una distribución Gaussiana para las condiciones iniciales, sin embargo, modelos más exóticos predicen la existencia de Primordial Non-Gaussianities (PNG). Para estudiar este punto, Euclid realizará un mapa con la posición de millones de galaxias y estudiará las variables de agrupamiento (clustering), entre ellas la función de correlación de 2-puntos: cómo la densidad de galaxias está correlacionada en distintas regiones del espacio en función de la distancia entre ellas. En el caso de existir PNG, debería haber un aumento de señal característico a grandes escalas. Esta es una oportunidad única para arrojar luz sobre esta época primordial del Universo. Recientemente se ha propuesto que seleccionar galaxias en función de su entorno puede aumentar las posibilidades de detectar PNG (Castorina, arxiv:1803.11539). Esta idea no se ha probado nunca en simulaciones realistas de PNG. Nuestro grupo ha generado recientemente las simulaciones cosmológicas más grandes a día de hoy, estando por tanto en una situación única para probar esta hipótesis. El estudiante construirá distintas muestras de galaxias de tipo Euclídeo en las simulaciones PNG para probar la hipótesis de Castorina. Analizará también las variables de agrupamiento en estas	

			muestras buscando posibles señales de PNG. Para ello utilizará los equipos de High Performance Computing y las herramientas y experiencias adquiridas en esta tarea serán transferidas a otros proyectos de Big Data. Nuestro grupo está involucrado en varias colaboraciones internacionales que realizan distintos estudios de galaxias y lideran el proyecto de simulación PNG, como se ha mencionado.	
Shahab Joudaki	SJoudaki@gmail.com	<i>Constraining fundamental physics with cosmology</i>	The standard cosmological model includes cold dark matter, dark energy, and massive neutrinos, which together constitute over 95% of the energy content of the Universe. They have a direct impact on the formation of galaxies, the accelerated expansion and ultimate fate of the Universe, and the predominance of matter over antimatter, respectively. Hence, if we are to understand the Universe, we need to fully uncover their physical properties. This includes but is not limited to measuring the density of the dark matter, the equation of state of the dark energy, and the sum and hierarchy of the neutrino masses. To this end, the student will utilize state-of-the-art cosmological datasets to perform a self-consistent combined analysis of the two most powerful probes of the dark Universe: weak gravitational and galaxy clustering. This involves modifying the analysis code to include uncertainties in the modeling, such as how the dark matter is distributed on nonlinear scales. It subsequently involves performing Markov Chain Monte Carlo runs on supercomputers that will allow for novel constraints on the underlying cosmological model. The student will analyze these constraints and assess possible tensions between different cosmological probes. The project requires the student to have an understanding of Python and Unix.	

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	<i>Modelos realistas de interacción leptón-núcleo</i>	<p>¿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.</p> <p>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 argón (detectores de argón líquido).</p> <p>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.</p>	UCM
Óscar Moreno Díaz	osmoreno@ucm.es	<i>Theoretical study of nuclear beta decays for recent experimental proposals</i>	<p>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</p>	UCM

			at ISOLDE-CERN on the beta decay of isotopes around mercury 186 using the total absorption spectroscopy technique.	
Tomás R. Rodríguez.	tomasro@ucm.es	<i>Microscopic description of particle-plus-rotor nuclei</i>	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 Palomares José Manuel Udías	sespana@csic.es jose@nuc2.fis.ucm.es	<i>Estudio de Nuevas Técnicas en Detectores PET</i>	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 jose@nuc2.fis.ucm.es	<i>Sistema de Muestreo Arterial para la Aplicación de Modelos Cinéticos en PET</i>	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	UCM / CSIC

			<p>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.</p> <p>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.</p>	
<p>José Manuel Udías Paula Ibáñez</p>	<p>jose@nuc2.fis.ucm.es pbibanez@ucm.es</p>	<p><i>Nueva electrónica para Detectores inteligentes para imagen molecular de mama en el marco del proyecto NewMBI</i></p>	<p>En colaboración con la empresa SEDECAL y en un proyecto financiado por la estrategia de transformación digital y la Unión Europea, el Grupo de Física Nuclear de la UCM desarrolla un detector para imagen molecular de mama, que pueda sustituir o complementar, con múltiples ventajas, a la mamografía convencional. Este TFM desarrollará tareas en este proyecto, donde se estudiará la electrónica óptima para el sistema de detectores.</p>	<p>UCM</p>
<p>José Manuel Udías Paula Ibáñez</p>	<p>jose@nuc2.fis.ucm.es pbibanez@ucm.es</p>	<p><i>Simulaciones de Detectores inteligentes para imagen molecular de mama en el marco del proyecto DI2M</i></p>	<p>En colaboración con la empresa SEDECAL y en un proyecto financiado por la estrategia de transformación digital y la Unión Europea, el Grupo de Física Nuclear de la UCM desarrolla un detector para imagen molecular de mama, que pueda sustituir o complementar, con múltiples ventajas, a la mamografía convencional. Este TFM desarrollará tareas en este proyecto, donde se simularán distintos detectores y colimadores para optimizar el sistema de detección.</p>	<p>UCM</p>
<p>Pedro Rato Pedro Arce Dubois</p>	<p>pedro.rato@ciemat.es pedro.arce@ciemat.es</p>	<p><i>Verificación de tratamientos en protonterapia por tomografía de emisión de positrones</i></p>	<p>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</p>	<p>CIEMAT</p>

			<p>posición del pico de Bragg en el paciente, esto es, por la determinación del rango de los protones in vivo.</p> <p>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.</p>	
<p>José I. Crespo-Anadón</p>	<p>jcrespo@ciemat.es</p>	<p><i>Búsqueda de Física Más Allá del Modelo Estándar con el Experimento SBND de Fermilab</i></p>	<p>Las masas de los neutrinos y su enorme diferencia con el resto de las partículas elementales constituyen la más fuerte sugerencia de la existencia de Física Más Allá del Modelo Estándar. El experimento SBND, una cámara de proyección temporal de argón líquido situada a tan sólo 110 m del origen del haz de neutrinos Booster Neutrino Beam (BNB) en Fermilab (Illinois, EEUU), tiene entre sus objetivos la búsqueda de Nueva Física. En este Trabajo de Fin de Master se estudiará la sensibilidad de SBND a diferentes extensiones del Modelo Estándar.</p>	<p>CIEMAT</p>
<p>Miguel Angel Velasco Jorge Casaus</p>	<p>MiguelAngel.Velasco@ciemat.es Jorge.Casaus@ciemat.es</p>	<p><i>Búsqueda de fotones oscuros procedentes del Sol mediante experimentos espaciales</i></p>	<p>Los constituyentes de la materia oscura podrían interactuar con el Modelo Estándar a través de los bosones gauge de una simetría U(1) espontáneamente rota, los denominados fotones oscuros, que podrían producirse en gran cantidad como producto de la aniquilación de materia oscura capturada gravitacionalmente en el Sol. Estos fotones oscuros escaparían del Sol y decaerían en pares de partículas cargadas del Modelo Estándar que pueden ser detectadas mediante experimentos de rayos cósmicos espaciales. En este trabajo se investigará la sensibilidad para la detección de dichas señales tanto de los experimentos actuales (AMS-02, DAMPE, CALET) como de los instrumentos de próxima generación (HERD, ALADInO, AMS-100).</p>	<p>CIEMAT</p>

<p>Miguel Angel Velasco Jorge Casaus</p>	<p>MiguelAngel.Velasco@ciemat.es Jorge.Casaus@ciemat.es</p>	<p><i>Fenómenos transitorios en rayos gamma y física multi-mensajero con detectores espaciales</i></p>	<p>La monitorización continua del cielo mediante rayos gamma de alta energía constituye una poderosa herramienta para identificar efectos transitorios asociados a los fenómenos más energéticos producidos en el cosmos. De este modo, la detección de señales retardadas correspondientes a los estallidos cortos de rayos gamma asociados a la contrapartida electromagnética de eventos de ondas gravitacionales puede proporcionar información esencial sobre la naturaleza y la localización de su progenitor. En este trabajo se investigará el potencial de futuros detectores espaciales de rayos cósmicos de gran campo de visión (HERD, AMS-100) para la detección de señales transitorias de rayos gamma.</p>	<p>CIEMAT</p>
<p>Alvaro Navarro Tobar Cristina Fernández Bedoya</p>	<p>alvaro.navarro@ciemat.es cristina.fernandez@ciemat.es</p>	<p><i>Estudios del nuevo algoritmo de disparo de muones en CMS con datos de colisiones del LHC</i></p>	<p>El LHC (Large Hadron Collider) del CERN está planeando una mejora que conseguirá un incremento de un factor 10 en luminosidad (10 veces el número de colisiones por segundo), en lo que se conoce como High Luminosity LHC, o HL-LHC. Con ello se lograrán medidas más precisas sobre partículas elementales y acceder a procesos más allá de la sensibilidad actual, alguno de los cuales puede ser inesperado. Las mejores colisiones y las más interesantes se seleccionan con algoritmos implementados en los sistemas de Trigger, que requieren también mejoras para este nuevo escenario. CIEMAT ha desarrollado un nuevo algoritmo de trigger para el detector CMS, capaz de operar a la máxima luminosidad prevista, y además con resoluciones temporales óptimas. En este TFM el estudiante trabajará el proceso de selección requerido para el sistema de trigger de un experimento en la frontera del conocimiento y aprenderá el proceso de optimización del trigger de muones de CMS usando muestras de datos de simulación y de colisiones reales.</p>	<p>CIEMAT</p>
<p>Teresa Kurtukian Nieto</p>	<p>teresa.kurtukian@iemac.cfmac.csic.es</p>	<p><i>Study of A=88-90 Br and Se decay important for the rapid-neutron capture process of stellar nucleosynthesis</i></p>	<p>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-</p>	<p>CSIC</p>

			<p>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.</p> <p>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.</p>	
Christophe Rappold	christophe.rappold@csic.es	<i>Development of a machine learning discriminator for improving the $3\Lambda\text{H}$ signal in HypHI Phase 0 experiment</i>	<p>In the previous experiment of the HypHI collaboration, the Phase 0 experiment, the light hypernuclei $3\Lambda\text{H}$ and $4\Lambda\text{H}$ were observed in the collision of $6\text{Li}+^{12}\text{C}$ at 2AGeV. The goal of the proposed TFM is to use of machine learning techniques for improving the signal-to-background ratio of $3\Lambda\text{H}$ experimental signal.</p> <p>What are you going to do? The work for the TFM will consist to use the different machine learning framework for tabular dataset to improve the analysis of the experimental data of the HypHI Phase 0 experiment. The experimental data and Monte-Carlo simulations will be used for creating, teaching and evaluating the different ML algorithms.</p> <p>What are you going to learn? You will learn to use the ROOT and GEANT4 frameworks applied to an already performed experiment of high energy nuclear physics. You will learn</p>	CSIC

			advanced data analysis techniques mainly using C++ and python. You will learn about machine learning techniques and how to use them adequately. You learn about the hypernuclear physics and the structure of the observed light hypernuclei.	
<i>Christophe Rappold</i>	christophe.rappold@csic.es	<i>Efficiency study of the particle identification in the HypHI Phase 0 and WASA-FRS experiments.</i>	<p>In the experiments of the HypHI collaboration, the phase 0 experiment and the WASA-FRS experiment, light hadron were measured. A new particle identification algorithm is in development based on statistical method. Efficiency study must be carry out and the experimental yield ratio of identified hadron will be estimated.</p> <p>What are you going to do? The research work will consist of studying the efficiency of the particle identification algorithm on the GEANT4 simulations of the Phase 0 and of the WASA-FRS experiments. Once the differential efficiency of algorithm as function of the physical observable is defined, the yield ratio of the different identified hadron in the minimum bias dataset of the Phase 0 experiment will be estimated.</p> <p>What are you going to learn? During this work, you will learn about advanced data analysis techniques of the particle identification mainly using ROOT framework and C++. Those techniques are the base of the analysis in high energy nuclear and particle physics. You will then learn how to applied knowledge from GEANT4 simulations on to the analysis of experimental data to extract physical observable such as yield ratio of measured particle species, and how to relate those observable to the understanding of nuclear collisions.</p>	CSIC
<i>Andrea Jungclaus</i>	andrea.jungclaus@iem.cfmac.csic.es	<i>High-resolution gamma-ray spectroscopy at relativistic energies</i>	<p>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 ^{132}Sn. The radioactive beams of interest were produced in the projectile fission of a ^{238}U beam at relativistic energies, separated and identified by the BigRIPS spectrometer</p>	CSIC

			and finally induced secondary reactions (nucleon removal and inelastic scattering) on light and heavy targets.	
M ^a José García Borge Vicente García Távora	mj.borge@csic.es vicente.garcia@csic.es	<i>Monte Carlo Simulations for Nuclear Reactions of astrophysical interest.</i>	<p>Along this academic year we plan to perform a series of studies of reactions of astrophysical interest, $7\text{Li}(3\text{He},p)9\text{Be}$ (scheduled for October 17-19) in the tandem accelerator of 5 MV of the CMAM-UAM (Madrid).</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	CSIC
Olof Tengblad Vicente García Távora	olof.tengblad@csic.es vicente.garcia@csic.es	<i>Experimental study of Nuclear Reactions of astrophysical interest.</i>	<p>During this academic year, we plan to perform a series of studies of reactions of astrophysical interest, $10\text{B}(d,\alpha)8\text{Be}$ in the tandem accelerator of 5 MV of the CMAM-UAM (Madrid).</p> <p>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.</p> <p>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</p>	CSIC

			kinematics calculators like LISE++ and advanced data analysis techniques mainly using C++ and python.	
--	--	--	---	--