



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias
Sección de Física

Oferta de temas de Trabajos de Fin de Grado (TFG) de Física, en el curso académico 2023-24

La siguiente lista de temas de TFG ha sido aprobada por la Junta de Sección de Física para el curso académico 2023-24. Podrán optar a solicitar uno de los TFG todos los alumnos matriculados en la asignatura TFG y los inscritos que no tengan aún un TFG adjudicado, de acuerdo a la normativa de la Facultad de Ciencias.

Los alumnos podrán dirigirse a los tutores de los TFG para solicitarles cualquier aclaración, si fuera necesaria, antes de realizar su solicitud, con el propósito de realizar una elección fundamentada.

La solicitud será enviada por email al coordinador del Grado en Física, a la dirección presidente.fisica.cie@uva.es, haciendo constar una lista priorizada de, como mínimo, 3 TFG. La Comisión Académica realizará la adjudicación de acuerdo a la normativa, mediante los criterios: i) solicitud del alumno y ii) expediente académico.

Las solicitudes podrán realizarse hasta el día 20 de octubre de 2023, a las 14:00.

Valladolid, a 11 de octubre de 2023.

Propuestas de TFG para el curso 2023-2024

ÓPTICA (6):

Título: **OP1. Clasificación automática de imágenes del cielo mediante inteligencia artificial**

Tutores: **Roberto Román y Juan Carlos Antuña (Universidad de Valladolid y GRASP SAS)**

Resumen: Conocer el estado del cielo (nublado, despejado, lluvia, parcialmente despejado, etc.) presente, pasado y futuro, es una cuestión de interés desde siempre. Una manera de conocer este estado es a través de imágenes del cielo realizadas con una cámara de cielo, la cual dispone de una lente ojo de pez que abarca toda la bóveda celeste. En este trabajo se van a utilizar imágenes de cielo tomadas en distintas localidades para entrenar un modelo de inteligencia artificial que sea capaz de predecir el estado de cielo tan solo dándole una imagen de éste, lo cual será de gran utilidad para digitalizar información del estado del cielo en el pasado, pero también para poder asimilar la información del estado de cielo actual de manera sencilla.

Alumnos en movilidad: en No

Título: **OP2. Algoritmos de inversión para la obtención de propiedades del aerosol atmosférico**

Tutores: **Roberto Román y David Mateos**

Resumen: Los aerosoles se definen como las partículas, sólidas o líquidas, en suspensión en la atmósfera. Estas partículas tienen un gran impacto sobre la salud humana (calidad del aire) y sobre el clima. Por tanto, es de gran interés conocer las propiedades de los aerosoles, tanto ópticas como físicas, para comprender su interacción con la atmósfera y la radiación solar y terrestre. Una forma para estimar estas propiedades es aplicando un modelo de inversión a las medidas de un fotómetro que mide la radiación solar y del cielo, como hace la establecida red de referencia AERONET (NASA). El Grupo de Óptica Atmosférica (GOA-Uva) ha desarrollado un nuevo método para estimar estas mismas propiedades juntando medidas de un ceilómetro a las del fotómetro para poder calcular además perfiles verticales de estas propiedades (y no sólo en columna). El trabajo que se propone consistirá en cuantificar las diferencias entre las propiedades obtenidas con este nuevo método y las suministradas por AERONET para poder validar la nueva metodología. El trabajo planteado no es de carácter experimental, si no que se trabajará directamente con los datos previamente medidos, por lo que unos conocimientos mínimos de programación serían recomendados.

Alumnos en movilidad: en No

Título: OP3. Revisión bibliográfica sobre avances en fusión nuclear controlada

Tutores: Gabriel Pérez Callejo

Resumen: A fecha de hoy, la fusión nuclear controlada sigue siendo esa forma de energía que *llegará en veinte años*. Sin embargo, mucho ha cambiado en las últimas décadas en el campo de la ciencia y tecnología de fusión. Este trabajo consiste en una revisión y compilación de bibliografía sobre el tema, desde los cálculos iniciales de Lawson hasta los recientes récords de presión y temperatura en los Tokamaks, o la ignición obtenida en la National Ignition Facility.

Alumnos en movilidad: Sí

Título: OP4. Efectos del transporte radiativo en medidas de velocidad de compresión para implosiones cilíndricas magnetizadas en experimentos de fusión por confinamiento inercial

Tutores: Gabriel Pérez Callejo

Resumen: En los experimentos de fusión por confinamiento inercial, una de las magnitudes más críticas, tanto de medir como de controlar es la velocidad de la implosión: cómo de rápido se mueven las paredes de la cápsula para comprimir el combustible. Estas medidas son críticas pues, aunque una velocidad mayor permite alcanzar la implosión más cómodamente, también es más sensible a las inestabilidades hidrodinámicas que pueden causar la rotura de la cápsula.

Uno de los métodos más usados para medir estas velocidades son las llamadas X-Ray Framing Cameras (XRFC), donde se registran varios fotogramas de la emisión de rayos X del plasma según se comprime. Sin embargo, la interacción de la radiación emitida con el propio plasma que la emite, así como su proyección bidimensional sobre la pantalla del detector, provoca que la imagen medida no sea una réplica exacta de lo que está ocurriendo, sino una mezcla de efectos.

En este trabajo, aplicaremos la ecuación de transporte radiativo, así como modelos de cinética atómica para la emisión libre-libre y libre-ligado de plasmas, tanto de paryleno como de deuterio, para comparar los resultados de las velocidades de implosión predichas por simulaciones magnetohidrodinámicas con datos experimentales. El trabajo se centrará en estudiar el concepto *velocidad aparente*, y cómo la radiación es absorbida y re-emitida según viaja por un método cargado.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: Este trabajo enlaza directamente con contenidos de las siguientes asignaturas del grado: *Física Cuántica, Mecánica Cuántica y Óptica Cuántica*.

Título: **OP5. Calibración radiométrica de una esfera integrante a partir de una lámpara de referencia**

Tutores: **Carlos Toledano, Ramiro González**

Resumen: El trabajo consistirá en emplear un espectrorradiómetro para transferir una referencia en irradiancia, que proporciona una lámpara calibrada, a una esfera integrante o esfera de Ulbricht. Esto permitirá tener una calibración espectral, en el rango de medida del espectrorradiómetro, de la radiancia de la esfera. Esto implica, en primer lugar, aprender el manejo de los espectrorradiómetros de los que se dispone en el laboratorio. Además, es necesario establecer el procedimiento (cuántas medidas, en qué orden, cómo alinear) para que sea posible repetir este proceso de forma rutinaria.

Alumnos en movilidad: en No

Título: **OP6.- Evaluación de las diferentes metodologías para Inferir el espesor óptico de aerosoles a distintas longitudes de onda a partir de otros datos espectrales**

Tutores: **David Fuertes Cocho (GRASP SAS)**
David Mateos Villán (UVa)

Resumen: La mayoría de los sensores tradicionales satelitales, como por ejemplo MODIS, Sentinel-3/OLCI y POLDER/PARASOL, de las agencias espaciales (ESA, NASA, EUMETSAT, etc) proporcionan el espesor óptico de aerosoles como producto estándar a 550 nm (banda espectral común entre estos sensores). Sin embargo, la red terrestre AERONET, red terrestre más extendida en la actualidad con más de 1000 estaciones y ampliamente utilizada para validar datos de satélites, no incluye esta longitud de onda en su conjunto de datos espectrales (340-1640 nm). El espesor óptico espectral obtenido por AERONET es altamente preciso, calculado de manera casi directa a través de la irradiancia solar y la ley de Beer-Lambert. La omisión del valor a 550 nm en AERONET representa una dificultad adicional para la validación de productos satelitales. La literatura científica presenta una variedad de métodos para interpolar este valor, incluyendo la interpolación lineal, lineal logarítmica (a partir del parámetro de Angstrom), y la interpolación cuadrática logarítmica, entre otros. En este trabajo, evaluamos estas aproximaciones y extendemos este análisis a obtención del AOD más allá de 2000 nm (extrapolación considerando el rango espectral de AERONET) ya que las nuevas misiones espaciales relacionadas con los aerosoles (Sentinel-5p/TROPOMI, 3MI/MetOp-SG) incluyen sensores en el infrarrojo de onda corta (en inglés short-wavelength infrared o SWIR) y planean dar el espesor óptico de aerosol en este rango espectral.

Alumnos en movilidad: en No

Otras consideraciones: Se necesitan conocimientos previos sobre el algoritmo GRASP (<https://www.grasp-open.com/>).

FÍSICA ATÓMICA (6):

Título: FAT1.- Efectos relativistas y de dispersión en las propiedades estructurales y electrónicas de nano-agregados neutros de oro.

Tutores: Andrés Aguado Rodríguez

Resumen: El objetivo de este trabajo es que el alumno aprenda a manejar códigos de primeros principios y que los aplique a la determinación de las propiedades estructurales, energéticas y electrónicas de pequeños agregados homoatómicos del tipo Au_N, donde N es el número total de átomos. En concreto, utilizaremos el código SIESTA (Spanish Initiative for Electronic Simulations with Thousands of Atoms) y también el código VASP (Vienna Ab initio Simulation Package); ambos resuelven las ecuaciones de Kohn-Sham de la Teoría del Funcional de la Densidad para obtener la estructura electrónica, la energía, y las fuerzas interatómicas en los agregados de cobre, y se diferencian en detalles técnicos como el conjunto de funciones base escogido para expandir la función de onda. La meta de estos cálculos (sobre agregados de tamaño pequeño) será el obtener datos fiables acerca de la estructura de mínima energía adoptada por dichos agregados, en la medida de lo posible tratando de comparar con estudios previos tanto teóricos como experimentales. El trabajo servirá para que el alumno tenga un primer contacto con métodos cuánticos y también con métodos aproximados de simulación en Física Molecular, y para que aprecie la importancia de dichos métodos en la interpretación fundamental de experimentos actuales en el campo de investigación de nano-agregados y nano-partículas metálicas.

Alumnos en movilidad: No

Título: FAT2.- Simulación de la adsorción de hidrógeno en catalizadores de vanadio de cluster único soportados en materiales laminares.

Tutores: Estefanía Germán Gorosito y María José López Santodomingo

Resumen: Los catalizadores de átomo único (SAC) y de clúster único (SCC) han demostrado su rendimiento en varias reacciones catalíticas debido a su eficiencia en la utilización del átomo extremadamente alta, su estructura única y excepcional selectividad catalítica. La comprensión profunda y el diseño del centro activo del catalizador a nivel atómico se ha convertido en una prioridad principal para la investigación actual. Por otro lado, desde el descubrimiento del grafeno, distintos laboratorios han sintetizado nuevos materiales bidimensionales basados en el carbono, con características muy atractivas para novedosas aplicaciones tecnológicas. El objetivo de este trabajo, es explorar las propiedades, características y desempeño como catalizador de pequeños clústeres de un metal de transición soportado sobre una superficie basada en carbono, para la adsorción y disociación del hidrógeno. Se utilizarán técnicas avanzadas de simulación computacional basadas en el formalismo del funcional de la densidad (DFT).

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: Continuación de práctica de empresa

Título: FAT3.- Simulación del sondeo de la humedad del suelo con neutrones cósmicos atmosféricos

Tutores: Pilar Iñiguez de la Torre y Alejandra Granja del Río

Resumen: La gran sección eficaz de dispersión del núcleo de Hidrogeno junto con su excelente capacidad de frenado de los neutrones rápidos se explotan en numerosos ámbitos como los reactores nucleares de agua ligera o la prospección de hidrocarburos y sondeos de humedad con fuentes de neutrones artificiales. Los neutrones cósmicos, de origen natural, se forman en las interacciones de los rayos cósmicos primarios, mayormente protones, con los materiales que encuentran a su paso. Estos neutrones muy energéticos han revelado la existencia de H en agua en los suelos marciano y lunar a partir de la medida de la energía con la que rebotan de sus superficies. Al atravesar la atmósfera terrestre los rayos cósmicos primarios producen cascadas de partículas, entre ellas neutrones. Gran parte del interés en estos neutrones atmosféricos se debe al daño que pueden provocar en los dispositivos electrónicos así como a su mayoritaria contribución a la dosis de radiación de las tripulaciones aéreas. Su espectro energético a diferentes altitudes en la atmósfera y a nivel del mar se ha medido experimentalmente y cubre 12 órdenes de magnitud desde el rango térmico hasta 10 GeV. También se ha calculado teóricamente por el avance en el conocimiento de las interacciones para las altísimas energías que poseen los rayos cósmicos primarios. Los neutrones atmosféricos que alcanzan la superficie terrestre y son rebotados hacia su exterior transportan información del contenido en agua de la zona del suelo que han visitado en sus sucesivas colisiones hasta que son finalmente absorbidos. La pregunta que motiva este trabajo es hasta donde transportan esta información. En los últimos años se ha propuesto detectar la humedad del suelo en un entorno de cientos de metros alrededor del detector de neutrones, dimensión que no se alcanza con otros sensores de humedad al uso hasta la fecha. Para responder a esta pregunta se efectuarán simulaciones MonteCarlo de los recorridos y energías de los neutrones rápidos emitidos por una fuente hasta que tras atravesar suelos con diferente humedad alcanzan un detector a una cierta distancia de la fuente. Se analizarán las diferentes zonas del espectro energético, térmica, epitérmica y rápida y su sensibilidad al contenido en agua de suelos con diferente composición incluyendo la presencia de elementos de gran sección eficaz de captura neutrónica. Se estudiarán también los detectores de neutrones para estas aplicaciones.

Alumnos en No
movilidad:

Título: FAT4.- Detección de rayos cósmicos mediante deep learning. Diseño y desarrollo del dispositivo experimental

Tutores: Manuel Luis González Hernández y Luis Miguel Molina Martín

Resumen: El trabajo que se plantea es el desarrollo de modelos de deep learning para la detección y clasificación de partículas cascada producidas por la interacción de rayos cósmicos con la atmósfera. La interacción de estas partículas con aparatos electrónicos puede producir una variedad de efectos, por lo que la detección y el estudio de las mismas es extremadamente importante. En este trabajo se aplicarán técnicas novedosas de Deep Learning para el desarrollo y posterior prueba experimental de dispositivos de detección de partículas en la atmósfera.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: El trabajo se plantea como continuación a prácticas de empresa desarrolladas en la empresa ITCL – Centro tecnológico.

Título: FAT5.- Simulaciones ab-initio de las propiedades químicas superficiales de nanoagregados bimetálicos

Tutores: Luis Miguel Molina Martín

Resumen: El trabajo que se propone es el estudio, mediante cálculos ab-initio DFT de primeros principios, de la absorción de hidrógeno y agua en nanoagregados bimetálicos de interés para reacciones que ocurren en el interior de células de combustible. Se requiere que la persona candidata tenga una buena base de mecánica cuántica, física molecular y física del estado sólido. La primera parte del trabajo consistirá en el estudio de las herramientas computacionales necesarias para llevar a cabo las simulaciones.

Alumnos en movilidad: No es un proyecto pensado para alumnos en movilidad.

Título:	FAT6.- Simulaciones de Monte Carlo-Metrópolis del almacenamiento de hidrógeno y metano en varios MOF-MRTs recientemente sintetizados
Tutores:	Iván Cabria Álvaro y Alejandra Granja Del Río
Resumen:	<p>El vehículo de hidrógeno es una alternativa a los vehículos basados en combustibles fósiles. Su principal problema es su baja autonomía. El objetivo es obtener un material sólido nanoporoso que almacene suficiente hidrógeno como para recorrer unos 600 km sin repostar, a temperatura ambiente y presiones moderadas (20-35 MPa).</p> <p>Un puente entre el uso de combustibles fósiles y la utilización de hidrógeno, se propone el uso de metano. Comparado con los otros vehículos de combustibles fósiles, el vehículo de metano es el menos contaminante y reduce un 50 % las emisiones de CO₂. Este vehículo puede servir de transición entre los actuales vehículos y los de hidrógeno. El objetivo es conseguir un material sólido nanoporoso que almacene tanto o más metano a temperatura ambiente y presiones moderadas (20-35 MPa) que un sistema de almacenamiento por compresión.</p> <p>El estudiante realizará y analizará simulaciones computacionales de Monte CarloMetrópolis de las capacidades volumétrica y gravimétrica de almacenamiento de gas hidrógeno y metano, a temperatura ambiente y presiones entre 0.1 y 35 MPa, de cuatro MOF-MRTs (Metal-Organic Framework; Moldava Research Team), recientemente sintetizados y de una decena de MOFs con estructuras o metales (Zn y Cd) en común con los MOF-MRTs, con el objetivo de encontrar un material sólido nanoporoso que almacene suficiente hidrógeno y/o metano.</p>
Alumnos en movilidad:	No.
Otras consideraciones:	No se necesitan conocimientos de programación. Se recomienda hablar con los tutores antes de elegir este TFG.

FÍSICA TEÓRICA (9):

Título:	FT1.- Espectro de bandas en potenciales periódicos unidimensionales
Tutores:	Luis Miguel Nieto Calzada y Lucía Santamaría Sanz (Dpto. Física Teórica, Atómica y Óptica)
Resumen:	El objetivo de este trabajo es estudiar el espectro de bandas que surge al considerar fonones en un potencial periódico en una dimensión construido a partir de la repetición de un potencial individual de soporte compacto centrado en los nodos de la red. El soporte de este potencial individual es menor que el espaciado de la red, facilitando la resolución analítica. El espectro de bandas de la red se caracterizará en términos de los datos de scattering del potencial individual y se comparará con otros casos de interés actual en Física de la Materia Condensada, como el potencial de Kronig-Penney o el peine de Dirac.
Alumnos en movilidad:	No
Otras consideraciones:	Es recomendable que el alumno esté familiarizado con las técnicas enseñadas en las asignaturas de Métodos Matemáticos de la Física y Mecánica Cuántica.

Título:	FT2.- El rol de la desviación de la fidelidad en teleportación cuántica
Tutores:	Luis Miguel Nieto Calzada y Diego Bussandri (Dpto. Física Teórica, Atómica y Óptica)
Resumen:	<p>El protocolo de teleportación cuántica es uno de los más relevantes en el área de algoritmos e información cuántica. El mismo consta de la transferencia de un estado cuántico arbitrario y desconocido de un sistema a otro (esta simple tarea no se puede realizar clásicamente).</p> <p>Como al implementar un protocolo cuántico arbitrario puede surgir imperfecciones, se han propuesto diferentes figuras de mérito para evaluar una particular implementación. La <i>fidelidad media</i> es la cantidad más utilizada en este contexto en el área de teleportación cuántica; la misma consta del promedio (sobre una distribución aleatoria de estados <i>a transferir</i>) de la fidelidad de Uhlmann-Jozsa entre el estado a transferir y el estado salida del protocolo (posiblemente ruidoso) de teleportación.</p> <p>En los últimos años, se puntualizó que además de la fidelidad promedio se debe considerar la posible desviación en los valores de la fidelidad en el análisis del desempeño de los protocolos ruidosos de teleportación. Esta es una interesante y joven micro-área de estudio dentro de la teoría de información, que pone el foco en uno de los pilares fundamentales de la misma.</p> <p>La propuesta entonces se resume a: 1) Analizar los valores en la desviación de la fidelidad del protocolo clásico que deberían ser tenidos en cuenta al momento de analizar la <i>cuantidad</i> de los protocolos. 2) Considerar estados mixtos como posibles entradas del protocolo. 3) Analizar la universalidad de los resultados cambiando la medida de distancia (por ej. empleando la distancia traza, entre otras).</p>
Alumnos en movilidad:	No
Otras consideraciones:	El trabajo es principalmente analítico pero, dependiendo de los resultados obtenidos, se podría optar por realizar alguna aplicación Qiskit.

Título: FT3.- Manipulación de fermiones de Majorana en sistemas fotónicos

Tutores: Luis Miguel Nieto Calzada y Fernando Javier Gómez Ruiz (Dpto. Física Teórica, Atómica y Óptica)

Resumen:

Recientemente han despertado un enorme interés en la comunidad científica que trabaja en computación cuántica los sistemas de híbridos de interacción luz-materia. Especialmente los sistemas de cadenas de espines inmersas en cavidades. Estos sistemas permiten la generación, control y manipulación de estados cuánticos potencialmente aplicables al desarrollo de computación cuántica. Adicionalmente, nuevas propuestas han mostrado una alta capacidad de detección de fases topológicas en estos sistemas híbridos.

En este trabajo se pretende estudiar las características cuánticas emergentes en sistemas de interacción luz-materia como potenciales bancos de prueba de computación cuántica topológica.

Alumnos en movilidad: en No

Otras consideraciones: Se utilizarán técnicas tanto analíticas como numéricas propias de sistemas luz y materia, para los que ya se dispone de programas específicos de cómputo.

Título: FT4.- Demostraciones de la regla de Born

Tutores: Luis Miguel Nieto Calzada y Mateus Araújo (Dpto. Física Teórica, Atómica y Óptica)

Resumen:

Desde el descubrimiento de mecánica cuántica se ha preguntado si es posible cambiar la regla de Born: ¿cuáles son las consecuencias de hallar probabilidades usando otra regla diferente? Para contestar a esto de forma metódica se han desarrollado muchas demostraciones de la regla de Born, partiendo de axiomas distintos.

En este trabajo se estudiarán las demostraciones más recientes de la regla de Born, basadas en axiomas operacionales o en la interpretación de muchos mundos. Se compararán los axiomas que utilizan y se describirán las reglas de probabilidad alternativas que se obtienen cuando se cambian aquellos.

Alumnos en movilidad: en No

Título: FT5.- Soluciones tipo kink en el modelo de Christ-Lee

Tutores: Luis Miguel Nieto Calzada y David Miguélez Caballero (Dpto. Física Teórica, Atómica y Óptica)

Resumen: Los solitones topológicos surgen como soluciones de teorías de campos no lineales y cumplen un papel relevante en distintas áreas como cosmología, materia condensada, superconductividad, etc. De entre la gran variedad que existe de solitones topológicos, los kinks surgen de forma natural cuando se estudian teorías de campo escalares.

En este trabajo se propone el estudio del modelo de Christ-Lee, una teoría de campos dependiente de un parámetro cuya fenomenología generaliza la encontrada en los modelos ϕ^4 y ϕ^6 . Para llevar a cabo este análisis, será necesario analizar las soluciones tipo kink que surgen de él, así como estudiar mediante simulaciones numéricas su colisión.

Todo este análisis se podrá complementar con el uso de otras técnicas, como puede ser la aproximación del *moduli space*, o el cálculo del comportamiento de las soluciones tipo kink cuando se excita uno o varios de sus modos internos.

Alumnos en movilidad: en No

Título: FT6.- Solitones topológicos: spectral walls y scattering kink-antikink

Tutores: Luis Miguel Nieto Calzada y Sergio Navarro Obregón (Dpto. Física Teórica, Atómica y Óptica)

Resumen: Los solitones topológicos son soluciones espacialmente localizadas que aparecen en ciertas teorías de campos no lineales, y que deben su estabilidad a consideraciones topológicas. Cuando nos restringimos a una dimensión espacial, reciben el nombre de kinks. El trabajo pretende introducir al alumno en el estudio de este último tipo de soluciones, comenzando por analizar sus propiedades generales y analizando algunos de los modelos más pragmáticos en donde aparecen, como lo son el ϕ^4 (no integrable) o sine-Gordon (integrable). Posteriormente, se abordarán algunos de los fenómenos dinámicos que aparecen durante su evolución temporal, como las "spectral walls" o el intrigante mecanismo resonante de transferencia de energía que está detrás de la estructura fractal en el scattering kink-antikink. Para reflejar la importancia del papel que juegan los modos internos en estos fenómenos, se construirán modelos efectivos mediante el enfoque del método de las coordenadas colectivas, y se estudiarán las estructuras geométricas de los correspondientes "moduli spaces".

Alumnos en movilidad: No

Título: FT7.- Análisis de la estructura interna de estrellas relativistas

Tutores: Diego Sáez Gómez

Resumen: Este trabajo está enfocado en el análisis de la solución de Tolman-Oppenheimer-Volkoff que describe el interior de las estrellas, focalizándolo en objetos relativistas tales como estrellas de neutrones y analizar la estabilidad para ciertas extensiones de la Relatividad General.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: El trabajo es puramente teórico. Por su temática es conveniente haber cursado la asignatura de Gravitación y Cosmología. También es recomendable tener ciertos conocimientos previos de Mathematica.

Título: FT8.- Colapso gravitatorio en Relatividad General

Tutores: Diego Sáez Gómez

Resumen: Este trabajo está enfocado en el análisis de la solución de Oppenheimer-Snyder que describe el colapso esféricamente simétrico, analizando el caso crítico que da lugar a la formación de una singularidad espacio-temporal y a la formación de un horizonte, resultando un agujero negro.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: El trabajo es puramente teórico. Por su temática es conveniente haber cursado la asignatura de Gravitación y Cosmología. También es recomendable tener cierto conocimientos previos de Mathematica.

Título:	FT9.- Análisis de órbitas alrededor de agujeros negros
Tutores:	Diego Sáez Gómez
Resumen:	Este trabajo está enfocado en el análisis de las órbitas alrededor de agujeros negros, ya sea estáticos ó con momento angular y/ó con carga eléctrica, es decir, estudiar la estructura de los agujeros negros de la llamada familia de soluciones de Kerr.
Alumnos en movilidad:	No
Otras consideraciones:	El trabajo es puramente teórico. Por su temática es conveniente haber cursado la asignatura de Gravitación y Cosmología. También es recomendable tener ciertos conocimientos previos de Mathematica.

FÍSICA APLICADA (9)

Título: FA1.- Desarrollo de rutinas y modelos para el procesamiento de datos espectroscópicos Raman para el estudio in-situ de Marte

Tutores: Guillermo Lopez Reyes, Marco Veneranda

Resumen: El trabajo consistirá en el desarrollo de metodologías para el tratamiento de datos Raman en el marco de las misiones NASA Mars 2020 y ESA Exomars para el estudio in situ de Marte. Dichos desarrollos tendrán una fase previa de trabajo en el laboratorio para la familiarización con equipos de espectroscopia, así como de recogida de datos experimentales con instrumentos representativos de las misiones mencionadas [1, 2], contribuyendo a la población de la base de datos ADAMM [3]. En una segunda fase se contempla la optimización de metodologías existentes para el procesamiento de datos Raman (por ejemplo, eliminación de línea de base), así como la creación de modelos de análisis multi- y univariante que permitan realizar identificación y cuantificación a partir de los datos espectroscópicos previamente establecidos. Si el resultado de este trabajo fuera exitoso, las rutinas desarrolladas serían posteriormente incorporadas por el grupo de investigación a las existentes utilizadas para el procesamiento y tratamiento automático integrado en el software SpectPro diseñado para el procesamiento de datos recibidos de Marte.

[1] G. Lopez-Reyes et al. The Raman laser spectrometer ExoMars simulator (RLS Sim): A heavy-duty Raman tool for ground testing on ExoMars, *J. Raman Spectrosc.* 53 (2022) 382–395. <https://doi.org/10.1002/JRS.6281>.

[2] J.A. Manrique et al., Evaluation of similitudes between Supercam and Simulcam, a laboratory standoff setup for support science, 53rd Lunar and Planetary Science Conference (2022), pp. 2589

[3] M. Veneranda et al. Analytical database of Martian minerals (ADaMM): Project synopsis and Raman data overview, *J. Raman Spectrosc.* (2021) 1–18. <https://doi.org/10.1002/jrs.6215>

[4] J. Saiz et al., Automated sample identification with SpectPro and PTAL database for the analysis of spectra from planetary missions, in: *Geophys. Res. Abstr.*, 2019: p. Vol. 21, EGU2019-17904.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: El trabajo experimental se realizará en el laboratorio del grupo de investigación ERICA (<http://erica.uva.es>), en el Parque Tecnológico de Boecillo. El trabajo analítico se realizará principalmente con MATLAB o Python, y se podría realizar de forma remota.

Título: FA2.- El vapor de agua en el Ártico: medidas realizadas con fotómetro solar y GPS

Tutores: Abel Calle Montes y Juan Carlos Antuña Marrero

Resumen: El alumno se incorpora al Grupo de Óptica Atmosférica en la temática de análisis científico de las diferencias entre las observaciones de contenido integral de vapor de agua (CIVA) en el Círculo Polar Ártico realizadas empleando fotómetro solar y GPS. Su trabajo consistirá en emplear el software de cálculo de índices estadísticos desarrollado para comparar observaciones del CIVA con fotómetro solar y sondeos. Para la comparación analizará, de forma preliminar, los resultados estadísticos obtenidos empleando tablas y figuras de su elaboración, así como literatura sobre estadística y científica que le facilitaran los tutores.

Todas las etapas del trabajo contarán con la asesoría y supervisión de los tutores.

Alumnos en movilidad: en Si

Otras consideraciones: El alumno deberá tener conocimientos de física de la atmósfera y, particularmente, de la dinámica atmosférica en zonas polares y del manejo de instrumentación atmosférica; conocimientos que habrá adquirido en la asignatura de "Física de la atmósfera" o en contacto previo con el Grupo de Óptica Atmosférica (GOA) de la Universidad de Valladolid.

Debido a la temática y desarrollo específico del TFG, es condición imprescindible que el alumno interesado se ponga en contacto con los tutores antes de elegir el tema, para tener una adecuada orientación.

Título: FA3.- Estudio de la transición régimen laminar – régimen turbulento mediante medidas de impedancia en la celda de potencial de flujo

Tutores: Javier Carmona y Pedro Prádanos

Resumen: Se pretende estudiar el régimen del flujo de fluido en una celda de membrana de flujo tangencial y espesor variable. Para ello se realizarán medidas de impedancias eléctrica en función de la presión que permitan determinar simultáneamente la resistencia eléctrica y el potencial de flujo. La influencia del perfil de régimen, desde laminar a turbulento, en las medidas experimentales proporcionará información para determinar los intervalos en que aparecen cada uno.

Alumnos en movilidad: en No

Título: FA4.- Estudio del impacto de chorros de agua sobre superficies con distinta geometría

Tutores: Pedro Prádanos y Laura Palacio

Resumen: Se pretende evaluar experimentalmente la transferencia de momento lineal de chorro de agua al impactar sobre superficies sólidas con distinta geometría. En el estudio experimental se medirá la fuerza ejercida por el chorro y se analizará la influencia de la velocidad del fluido. Los resultados experimentales se compararán con los calculados suponiendo flujo ideal y flujos viscosos. En este último caso se hará uso de la teoría de capa límite y del método de las leyes de semejanza. Este tipo de estudios es esencial en el diseño de turbinas para mejorar el rendimiento energético en este tipo de procesos.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: En este trabajo se utilizarán conocimientos que se imparten en la asignatura Física de Fluidos.

Título: FA5.- Análisis por Microscopía de Fuerza Atómica de superficies. Estudio de la interacción punta-muestra

Tutores: Laura Palacio y Alberto Tena

Resumen: La Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) es una técnica que permite el estudio de superficies de materiales desde la microescala hasta la escala atómica, basada en la fuerza de interacción de una sonda afilada a escala atómica (punta o "tip") y la muestra. La información proporcionada es muy amplia y útil:

- Permite la obtención de una imagen tridimensional de una superficie.
- Trabajando en el modo "Intermitente", las imágenes de contraste de fase obtenidas, además permiten detectar materiales de distintas propiedades viscoelásticas.
- Las curvas de fuerza permiten medir la adhesión a través del módulo de Young

Se pretende utilizar esta técnica para estudiar distintos materiales, analizando su potencialidad como técnica de caracterización.

Alumnos en movilidad: No

Título: FA6. - Diseño e implementación de un sistema de alineamiento y calibración para la realización de electroluminiscencia en paneles fotovoltaicos

Tutores: Víctor Alonso Gómez
Miguel Ángel González Rebollo

Resumen: La electroluminiscencia (EL) es una de las técnicas habituales de inspección óptica de las instalaciones fotovoltaicas (FV). Dado que la emisión luminosa de los paneles FV está en el rango infrarrojo próximo (NIR-SWIR), no es sencillo encuadrar y, sobre todo, enfocar los paneles bajo estudio de manera rápida y sencilla.

A nivel de laboratorio, el método actual es más o menos tedioso pero aceptable. No obstante, ha de pensarse que las plantas FV instaladas en la actualidad constan de más de 200 mil paneles FV, por lo que la realización de la inspección mediante EL de una muestra significativa de los mismos, implica tiempos enormes. Por tanto, acortar y sistematizar el método de enfoque y encuadre, sería de gran utilidad práctica, no sólo a nivel de laboratorio.

Este TFG propone desarrollar un sistema electrónico, basado en la emisión de LED infrarrojos adecuados, que permita realizar, en la cámara utilizada, el encuadre y enfoque con mayor velocidad y fiabilidad.

Alumnos en movilidad: en No

Título: FA7.- Estudio termodinámico de sistemas formados por un componente asociado + un componente inerte. Medidas volumétricas de Bencilamina + n-alcanos

Tutores: I. García de la Fuente y J. A. González López

Resumen: Se pretende que el alumno domine las técnicas de medida de densidad de líquidos y a partir de esas medidas obtener la función termodinámicas de exceso con la precisión requerida. Igualmente se pretende que el alumno conozca y se familiarice con los métodos de reducción de datos mediante las técnicas de ajuste no lineal, lo que le permitirá obtener información acerca de la naturaleza y bondad de sus medidas. Igualmente se pretende, que el alumno sea capaz de interpretar a nivel microscópico los resultados experimentales obtenidos

Alumnos en movilidad: en no

Otras consideraciones: El trabajo es eminentemente experimental.
Primero deberá dominar la técnica de preparación de muestras y posteriormente el manejo del equipo experimental

Título: FA8.- Estudio termodinámico de sistemas formados por dos componentes asociados. Medidas volumétricas de Bencilamina + n-alcoholes

Tutores: I. García de la Fuente y J. A. González López

Resumen: Se pretende que el alumno domine las técnicas de medida de densidad de líquidos y a partir de esas medidas obtener la función termodinámicas de exceso con la precisión requerida. Igualmente se pretende que el alumno conozca y se familiarice con los métodos de reducción de datos mediante las técnicas de ajuste no lineal, lo que le permitirá obtener información acerca de la naturaleza y bondad de sus medidas. Igualmente se pretende, que el alumno sea capaz de interpretar a nivel microscópico los resultados experimentales obtenidos

Alumnos en no

movilidad:

Otras El trabajo es eminentemente experimental.

consideraciones: Primero deberá dominar la técnica de preparación de muestras y posteriormente el manejo del equipo experimental

Título: FA9.- Evaluación y combinación de datos espectroscópicos de los granates como análogos minerales para el estudio de Marte

Tutores: Guillermo Lopez Reyes, Marco Veneranda

Resumen: El instrumento SuperCam a bordo del rover NASA/Perseverance está realizando análisis espectroscópicos en Marte. Sabiendo que su principal ventaja consiste en la posibilidad de combinar análisis LIBS, Raman e Infrarrojo sobre el mismo target, el desarrollo de métodos de combinación de datos multivariantes permite optimizar el retorno científico de este instrumento. Al fin de proporcionar soporte científico al equipo SuperCam, el candidato tendrá la oportunidad de comparar distintos métodos multivariantes sobre muestras minerales que pertenecen a la colección ADaMM (Analytical Database of Martian Minerals). Tomando los granates como caso de estudio, el candidato realizará análisis LIBS, Raman e IR de los minerales y evaluará el método de combinación de datos que permita la más efectiva discriminación de fases minerales.

Alumnos en No

movilidad:

FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA (2)

Título: FMC1.- Síntesis y caracterización de aerogeles de poliuretano con retardantes de llama

Tutores: Beatriz Merillas Valero
Judith Martín de León

Resumen: Los aerogeles se han convertido en uno de los materiales avanzados con más interés en la actualidad debido a la combinación de excelentes propiedades que los hace un material único. Su gran área superficial, elevada porosidad (~ 90 %), baja densidad y gran capacidad de aislamiento térmico, hace que los aerogeles se estén investigando y produciendo en todo el mundo para su aplicación en diversos sectores, entre ellos, el sector de la construcción, automóvil y aeroespacial.

Debido a la baja conductividad térmica de estos materiales, por debajo de la del aire (26 mW/mK), algunos aerogeles son considerados “super aislantes térmicos” mejorando el aislamiento térmico de los aislantes tradicionales. Entre estos aerogeles, se encuentran los aerogeles de poliuretano que presentan un gran interés gracias a la gran versatilidad y bajo coste de su matriz polimérica.

Una de las propiedades a mejorar de los aerogeles de poliuretano es la resistencia al fuego, característica esencial para su uso en los sectores previamente mencionados. Por ello, en este proyecto se realizará una búsqueda bibliográfica de potenciales agentes retardantes de llama para estos materiales y, posteriormente estos se incorporarán en la síntesis. De esta manera, este trabajo tendrá un gran peso experimental en el que se llevará a cabo la síntesis, secado supercrítico, y posterior caracterización de aerogeles de poliuretano conteniendo distintos retardantes de llama y distintos contenidos. Posteriormente, se realizarán ensayos de resistencia al fuego para determinar el aditivo y contenido óptimo para aumentar la resistencia a la llama de estos materiales.

Alumnos en movilidad: en No

Título: FMC2.- Desarrollo de una plataforma de caracterización de hidrogeles para ingeniería de tejidos basadas en ultrasonidos

Tutores: Sergio Acosta Rodríguez, Suset Barroso Solares

Resumen: La rigidez mecánica de la matriz extracelular y su cambio dinámico es uno de los principales factores que afectan directamente a la diferenciación y proliferación de las células, así como a la progresión de procesos patológicos como el cáncer. Los recientes avances en biomateriales han permitido fabricar matrices sintéticas que imitan las propiedades de la matriz extracelular de distintos tejidos, y así, son empleadas para la regeneración de tejidos. Sin embargo, la mayoría de las tecnologías utilizadas para cuantificar las propiedades mecánicas de estas matrices son destructivas o caras, y por lo tanto inadecuadas para la monitorización in situ y a largo plazo de las variaciones en la rigidez para aplicaciones de cultivo celular en chip. Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma no invasiva en chip para la caracterización de las propiedades mecánicas de hidrogeles mediante la monitorización de la atenuación de ondas ultrasónicas a través del material objetivo. El dispositivo se compondrá de dos transductores de ondas de ultrasonidos (piezoeléctrico transmisor y receptor) y se caracterizará la generación y propagación de ondas a través de hidrogeles.

Alumnos en No
movilidad:

CRISTALOGRAFÍA Y MINERALOGÍA (1)

Título:	CM1.- Análisis de muestras lácteas mediante espectroscopía RAMAN
Tutores:	Suset Barroso Solares Ana Cristina García Cabezón
Resumen:	El objetivo principal del trabajo es poner a punto una metodología mediante espectroscopía RAMAN que permita la clasificación y el análisis de muestras de leche. Se pretende diferenciar leches de diferentes contenidos grasos y diferentes calidades nutricionales, para ello se utilizarán técnicas espectroscópicas combinadas con técnicas de análisis multivariante. La correlación entre los espectros RAMAN y los datos químicos permitirán crear modelos matemáticos que permitan predecir de forma conjunta la mayoría de los parámetros de interés para el control de calidad de este producto alimentario de gran interés industrial.
Alumnos en movilidad:	en El trabajo es experimental y presencial, no siendo adecuado para alumnos en movilidad.
Otras consideraciones:	Al ser un trabajo con una fuerte base experimental al estudiante deberá gustarle el trabajo de laboratorio.

ELECTROMAGNETISMO (3)

Título: EM1.- Radiofísica

Tutores: Ana Cristina López Cabeceira, Jesús M^a de Frutos Baraja

Resumen: La Radiofísica hospitalaria es una especialidad sanitaria bien desarrollada que tiene su origen en el uso de radiaciones ionizantes en los diagnósticos y tratamientos médicos. El trabajo se centrará en el estudio de aspectos teóricos y técnicos de la Radiofísica aplicada a la Radioterapia: generación de la radiación, interacción de la radiación con el cuerpo humano, equipos de diagnóstico por imagen, control de calidad del equipamiento asociado y de la instrumentación utilizada, dosimetría clínica, protección radiológica, etc.

Alumnos en movilidad: No

Otras consideraciones: Se plantea como continuación de Prácticas de Empresa realizadas en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid, centro donde se realizará la parte experimental del TFG.

Título: EM2.- Fenómenos electromagnéticos atmosféricos. Resonancias de Schumann

Tutores: Ismael Barba García y Ana Cristina López Cabeceira.

Resumen: Las resonancias de Schumann son una serie de picos en frecuencias extremadamente bajas (a partir de 7,8 Hz) que aparecen en el espectro electromagnético de la Tierra. Corresponden a los modos de resonancia de la cavidad delimitada por la superficie de la Tierra y la ionosfera. Pueden aparecer también en otros planetas o satélites que cuentan con ionosfera (Venus, Marte, Júpiter, Saturno y Titán), aunque hasta la fecha solo han sido observados en la Tierra.

El trabajo consistirá en un estudio teórico sobre el fenómeno: repaso de la bibliografía existente sobre la materia y ecuaciones que determinan los modos de resonancia. Si se considera necesario se podrían realizar simulaciones para ilustrar el mismo.

Alumnos en movilidad: Sí

Otras consideraciones:

- No es preciso tener conocimientos de programación: en caso de realizar alguna simulación se utilizaría un programa comercial dedicado.
- Se van a utilizar conocimientos que se cursan en la asignaturas "Electrodinámica" y "Electromagnetismo de Alta Frecuencia"

Título: EM3.- Computación mediante magnones

Tutores: Luis Sánchez-Tejerina y Óscar Alejos Ducal

Resumen: Los materiales magnéticos han atraído la atención de los investigadores desde tiempos remotos (siglo VI a.C). Este estudio ha permitido, sobre todo a partir del siglo XX, entender mejor el comportamiento de estos materiales, mejorando sus prestaciones y dando lugar a infinidad de aplicaciones tanto en la producción y distribución de energía, en medicina o en telecomunicaciones, así como en computación, por mencionar algunos.

A pesar del interés generado durante todo este tiempo, existen todavía muchas preguntas abiertas por lo que **el estudio de los materiales con orden magnético sigue siendo muy activo**, tanto desde el punto de vista **fundamental** como por las potenciales nuevas **aplicaciones** que pueden tener. Entre las posibles nuevas aplicaciones destacan los paradigmas de computación no convencionales (probabilística, cuántica, de reservorio, en memoria) para las cuales los dispositivos espintrónicos se postulan como buenos candidatos para conseguirlo con una mayor miniaturización, de forma más rápida y sobre todo más eficiente [1]. Entre las estrategias seguidas para desarrollar nuevas funcionalidades, o conseguir otras antiguas de forma más eficiente, se encuentra el uso de las **ondas de spin** (spin waves, SW). La **Magnónica** es la rama de la ciencia dedicada al estudio de las SW y sus potenciales aplicaciones prácticas [2].

Para poder comprender estos fenómenos y sus posibles aplicaciones es necesario haber adquirido adecuadamente los conceptos estudiados en la carrera en diversas asignaturas (electromagnetismo, física del estado sólido, mecánica cuántica, etc) por lo que entendemos que este estudio es una buena oportunidad para demostrar los conocimientos previos. Además, le permitirá, a través del **modelo micromagnético** introducirse en la **espintrónica** y la **magnónica**, ambos campos de investigación muy activos actualmente. De esta forma, planteamos a la persona que desarrolle este trabajo que realice un **estudio computacional** de los modos de propagación de las SWs en CoFeB y reproduzca una puerta lógica (**majority gate**) que explote la interferencia de estas ondas en dicho material [3]. Para ello, contará con acceso a una GPU con la que realizar las simulaciones micromagnéticas usando el paquete de software MuMax3 [4].

[1] G. Finocchio, et al., *The promise of spintronics for unconventional computing*, J. Magn. Magn. Mater. **521** (2021)

[2] D Sander et al, *YIG Magnonics* J. Phys. D: Appl. Phys. **50** (2017).

[3] A. Mahmoud, et al, *2-Output Spin Wave Programmable Logic Gate*, IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI (ISVLSI), (2020).

[4] A. Vansteenkiste, et al. *The design and verification of Mumax3*, AIP Advances, **4**, (2014).

Alumnos en Sí
movilidad:

ELECTRÓNICA (2)

Título: EL1.- Modelado de diamante mediante potenciales empíricos.

Tutores: Iván Santos Tejido

Resumen:

El uso tecnológico “económico” del diamante ha sido favorecido por el desarrollo de técnicas de crecimiento controlado de cristales alta calidad. Las excelentes propiedades electrónicas y térmicas del diamante lo hacen idóneo para fabricar dispositivos nanoelectrónicos en aplicaciones de alta potencia, alta frecuencia y alta temperatura. Además, la existencia de centros de luminiscencia (también llamados centros de color) estables a temperatura ambiente y que pueden emitir en un amplio espectro, desde el ultravioleta hasta el infrarrojo cercano, ha propiciado el rápido desarrollo de múltiples aplicaciones cuánticas, como la fabricación de qubits para computación y comunicación cuánticas, la detección cuántica de campos magnéticos y eléctricos, e incluso la fabricación de biomarcadores. Pero para poder explorar y desarrollar estas aplicaciones o para descubrir nuevas es fundamental un adecuado modelado a nivel atómico del material.

El objetivo de este TFG es valorar la idoneidad de algunos potenciales empíricos tradicionales o generados con técnicas de *machine learning* para modelar distintas propiedades del diamante y otras fases del carbono: coeficientes de dilatación, constantes elásticas, relaciones de dispersión de fonones, temperatura de fusión, equilibrio de fases ... De esta forma se pretende que el estudiante entienda cómo poder calcular magnitudes y conceptos estudiados en distintas asignaturas del Grado mediante simulaciones atomísticas.

Para ello se empleará el software de simulación paralelo LAMMPS, desarrollado en el Laboratorio Nacional de Sandía de EE.UU, y se ejecutarán simulaciones en los servidores multiprocesador del grupo “*Multiscale Materials Modeling*” del GIR de Electrónica de la Universidad de Valladolid (<http://www.ele.uva.es/~mmm>). Y dependiendo de las destrezas del estudiante, incluso podrían usarse simulaciones basadas en la Mecánica Cuántica y en el denominado Teorema del Funcional de la Densidad (*Density Functional Theory*, DFT) para estudiar propiedades electrónicas (diagrama de bandas).

Alumnos en movilidad: El TFG no puede realizarse en movilidad

Otras consideraciones:

- Las simulaciones se realizarán en servidores con Linux, por lo que es recomendable estar familiarizado con ese sistema operativo.
- En este trabajo será necesario realizar pequeños programas para preparar las simulaciones o analizar datos, por lo que es recomendable tener cierta predisposición a la programación.

Título: EL2.- Modelado atomístico de la generación de defectos en diamante.

Tutores: Iván Santos Tejido y Lourdes Pelaz Montes

Resumen: El presente TFG pretende analizar la generación de los denominados “**centros de color**” **en el diamante**, que son defectos con un gran potencial en computación cuántica al ser candidatos para fabricar qubits. Una manera de fabricar estos defectos es mediante la irradiación con iones. Para la fabricación controlada de los centros de color es necesario desarrollar modelos que permitan optimizar el proceso de irradiación para la fabricación controlada de los centros de color. Uno de los primeros pasos para definir esos modelos es caracterizar a nivel atómico el daño que se genera durante la irradiación al ser un proceso estadístico, y evaluar la probabilidad que entre ese daño se generen centros de color.

Dependiendo de las destrezas del estudiante, las actividades de este TFG podrían ir desde el análisis de la generación de defectos durante la irradiación, hasta la caracterización de las propiedades electrónicas de los defectos más relevantes encontrados. Para ello se utilizarían potenciales de interacción atómica tradicionales o generados con técnicas de *machine learning*, y llegado el caso incluso podrán usarse simulaciones basadas en la Mecánica Cuántica y en el denominado Teorema del Funcional de la Densidad (*Density Functional Theory, DFT*).

Alumnos en movilidad: El TFG no puede realizarse en movilidad

Otras consideraciones:

- Las simulaciones se realizarán en servidores con Linux, por lo que es recomendable estar familiarizado con ese sistema operativo.
- En este trabajo será necesario realizar pequeños programas para preparar las simulaciones o analizar datos, por lo que es recomendable tener cierta predisposición a la programación.