

Jornadas de Doctorandos 2020-21

Sesión de diciembre

Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Ciencias Físicas
9-10 de diciembre de 2020

Ponentes

| Programa de Doctorado en Física | |
|---------------------------------|---|
| Álvarez Nicolás, Carlos | Instituto de Estructura de la Materia (CSIC) |
| Álvaro Gómez, Laura | Física de Materiales (UCM), IMDEA Nanociencia y SPINTEC |
| Arroyo Gascón, Olga | Instituto de Ciencia de Materiales (CSIC) |
| Baba, Yuriko | Física de Materiales (UCM) |
| Calero de Ory, Marina | Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) e IMDEA Nanociencia |
| Espinosa Rodríguez, Andrea | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM) |
| Fernández Fraile, Javier | Física de la Tierra y Astrofísica (UCM), Red Sísmica Nacional (IGN) |
| Freijo Escudero, Clara | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM) |
| Guerrero Román, Mercé | Física Teórica (UCM) |
| Graullera Pérez, Sergio | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM) y GMV |
| Guedeja-Marrón, Alejandra | Física de Materiales (UCM) |
| Márquez Paniagua, Patricia | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM) |
| Martínez Víclhez, Oibar | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM) |
| Mesa Uña, José Luis | Departamento de Cargas Útiles y Ciencias del Espacio (INTA) |
| Neves, Rita | Física Teórica (UCM) |
| Rodríguez Fernández, Beatriz | Física de Materiales (UCM) |
| Rodríguez Peña, Micaela | Física de Materiales (UCM) |
| Suárez Bermejo, Juan Carlos | Óptica (UCM) |
| Tabanera Bravo, Jorge | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM) |
| Tounli Nemri, Jalal | Óptica (UCM) |

| Programa de Doctorado en Astrofísica | |
|--------------------------------------|---|
| Javier Gonzalez Payo | Física de la Tierra y Astrofísica (UCM) |

JORNADAS DE DOCTORANDOS. 9 y 10 de diciembre de 2020
Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

| | Miércoles 9 | Jueves 10 |
|--------------------|---|-------------------------------|
| 09:30-09:45 | Charla informativa sobre procedimientos y plazos Vicedecano de Investigación y Doctorado | Álvaro Gómez, Laura |
| 09:50-10:05 | | Arroyo Gascón, Olga |
| 10:10-10:25 | | Baba, Yuriko |
| 10:30-10:45 | Guerrero Román, Mercé | Guedeja-Marrón Gil, Alejandra |
| 10:50-11:05 | Neves, Rita | Rodríguez Fernández, Beatriz |
| 11:10-11:25 | González Payo, Javier | Rodríguez Peña, Micaela |
| 11:30-11:45 | Receso | |
| 11:45-12:05 | Espinosa Rodríguez, Andrea | Calero de Ory, Marina |
| 12:05-12:20 | Freijo Escudero, Clara | Álvarez Nicolás, Carlos |
| 12:25-12:40 | Graullera Pérez, Sergio | Fernández Fraile, Javier |
| 12:45-13:00 | Márquez Paniagua, Patricia | Mesa Uña, José Luis |
| 13:05-13:20 | Martínez Vílchez, Oibar | Suárez Bermejo, Juan Carlos |
| 13:25-13:40 | Tabanera Bravo, Jorge | Tounli Nemri, Jalal |

Estudio de la relajación vibracional de gases de interés atmosférico mediante espectroscopía Raman.

Álvarez Nicolás, Carlos
Instituto de Estructura de la Materia, CSIC

La espectroscopía Raman como herramienta de diagnóstico, nos permite medir densidades y poblaciones de los estados internos de las moléculas y así poder obtener magnitudes termodinámicas y estadísticas de diferentes gases presentes en la atmósfera. Esta técnica aplicada a las expansiones supersónicas en jet permite estudiar cómo diferentes moléculas se relajan vibracional y rotacionalmente mediante choques inelásticos y las tasas de los diferentes procesos.

El principal objetivo de este estudio es conocer las tasas de los procesos de relajación vibracional que sufre el CO₂ mediante choques con otras moléculas de CO₂ o mediante choques con N₂ y O₂. Todo esto es útil para conocer los procesos de transferencia energética dentro de nuestra propia atmósfera u otras atmósferas planetarias como la de Venus o Marte. Este estudio se realiza en las instalaciones del laboratorio de Fluidodinámica Molecular del IEM.

Comportamiento magnético de nanohilos de permalloy con barreras químicas: hacia el control del movimiento de paredes de dominio magnéticas

Álvaro Gómez, Laura
Departamento Física de Materiales (UCM), IMDEA Nanociencia y SPINTEC

Hoy en día los dispositivos de almacenamiento magnético se basan en estructuras bidimensionales en las que un bit de información "1" o "0" es almacenado imanando el material en sentidos opuestos. Debido al gran volumen de datos almacenados mundialmente, la búsqueda de nuevas formas de guardar información de una manera más sostenible no ha cesado. Sin embargo, los límites físicos (densidad, tiempo y energía de escritura y de lectura, potencia y tiempo de retención) ya se han alcanzado. Es por ello que hay un gran interés en estudiar estructuras tridimensionales que superen los límites actuales, como la conocida "*Racetrack memory*" en la que los bits, separados por paredes de dominio, se mueven por pulsos de corriente polarizada de espín hacia el puerto de escritura y lectura. Por este motivo, cobra tanta importancia el control de del movimiento de las paredes de dominio.

En mi trabajo presento un sistema basado en nanohilos cilíndricos de Permalloy (Fe₂₀Ni₈₀) con barreras químicas de la composición invertida Fe₉₀Ni₁₀ la cual posee mayor imanación de saturación. Este aumento junto con la creación de cargas magnéticas a ambos lados de la barrera da lugar a una imanación helicoidal capaz de actuar como una barrera de energía cuando una pared de dominio se acerca. El comportamiento magnético de estos nanohilos bajo pulsos de campo magnético y corriente ha sido estudiado en el sincrotrón ALBA en Barcelona y SOLEIL en París utilizando la técnica XMCD (X-ray Magnetic Circular Dichroism) unida a PEEM (Photoemission electron microscopy) y STXM (Scanning transmission X-ray microscopy) respectivamente. Además, a través de simulaciones micromagnéticas se ha estudiado la evolución de la imanación bajo pulsos de campo magnético y se ha identificado el tipo de pared de dominio.

One-dimensional moiré superlattices and flat bands in collapsed chiral carbon nanotubes

Arroyo Gascón, Olga
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ICMM - CSIC

We demonstrate that one-dimensional moiré patterns, analogous to those found in twisted bilayer graphene, can arise in collapsed chiral carbon nanotubes. Resorting to a combination of approaches, namely, molecular dynamics to obtain the relaxed geometries and tight-binding calculations validated against ab initio modeling, we find that magic angle physics occur in collapsed carbon nanotubes. Velocity reduction, flat bands, and localization in AA regions with diminishing moiré angle are revealed, showing a magic angle close to 1° . From the spatial extension of the AA regions and the width of the flat bands, we estimate that many-body interactions in these systems are stronger than in twisted bilayer graphene. Chiral collapsed carbon nanotubes stand out as promising candidates to explore many-body effects and superconductivity in low dimensions, emerging as the one-dimensional analogues of twisted bilayer graphene.

Espintrónica quiral en semimetales topológicos

Baba, Yuriko
Departamento de Física de Materiales (UCM)

Los semimetales topológicos, y en especial los semimetales tridimensionales de Weyl y Dirac, han generado mucho interés científico en la última década gracias a sus novedosas y prometedoras propiedades, especialmente relacionadas con sus robustos estados de superficie metálicos, llamados arcos de Fermi. En estos materiales, perturbaciones externas como campos externos o acoplos generados por la ruptura de simetrías permiten la manipulación de los estados de la superficie y sus propiedades. En especial, estos campos tienen un impacto directo en las propiedades de transporte de la superficie.

En el caso de un campo eléctrico perpendicular a la superficie, se genera una renormalización, dependiente de la quiralidad, de la velocidad de Fermi [ver Phys. Rev. B100, 165105 (2019)]. Por otro lado, la ruptura de la simetría de inversión al crecer el material sobre sustratos, produce un acoplo espín-órbita de tipo Rashba que se vuelve no despreciable en una muestra cuidadosamente diseñada [ver arXiv: 2009.14753]. Este acoplo impacta especialmente en los arcos de Fermi, debido a su localización cerca de la superficie en cuestión, generando una mezcla de quiralidades. En una losa de semimetal topológico, el acoplamiento entre quiralidades abre nuevas posibilidades para la profundización en el estudio de fenómenos de transporte dependientes del espín.

Superconducting resonators for space and quantum applications

Calero de Ory, Marina
Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) e IMDEA Nanociencia

Lumped Element superconducting Resonators (LERs) are high-quality factor resonators that consist of a superconducting series inductance-capacitance circuit coupled in parallel to a single transmission line. This architecture allows thousands of resonators to be easily integrated through passive frequency-domain multiplexing. The usage of superconductors implies low losses, which minimize noise leading to the adoption of superconducting microresonators in a large number of low-temperature experiments and applications. This work aims to optimize superconducting LERs for its use as Kinetic Inductance Detectors for astronomical experiments and as high quality factor resonators for Molecular Spin Quantum Processors. We focus on their design, nanofabrication and microwave cryogenic characterization.

Regarding design, we study the influence of the geometry on LERs parameters such as the resonance frequency, impedance, kinetic fraction or quality factor. These properties will be tailored using microwave finite element simulations. The fabrication process is based on a combination of magnetron sputtering deposition, maskless lithography and reactive ion etching. Special attention is paid to the influence of these processes on the resonator performance; for instance, superconducting material, film thickness and homogeneity or presence of oxides have strong influence on LERs relevant properties such as kinetic inductance fraction, internal quality factor or frequency cut off. Finally, microwave cryogenic characterization is performed in a dilution refrigerator with base temperature 11 mK. The corresponding quality factor, resonance frequency and kinetic fraction are obtained by fitting the measured forward scattering matrix S_{21} . Following this procedure, we present the different LERs fabricated and tested for both applications. The developed LERs exhibit good performance, and experimental characterization is in good agreement with microwave simulations. Moreover, the high internal quality factor demonstrates the good quality of the fabricated films; however, power and temperature behavior show two-level system noise and different alternative approaches will be presented for further optimization in future devices.

Radiolysis of water at ultra-high dose rate: understanding the transition to FLASH

Espinosa Rodríguez, Andrea

Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (Universidad Complutense de Madrid)

During the last years, ultrahigh dose irradiation (≥ 40 Gy/s), also known as FLASH-RT, has emerged as a revolutionary technique with the potential to change the current radiotherapy paradigm. Compared to conventional dose rate radiotherapy (CONV-RT), it spares normal tissue while keeping an equivalent or superior tumoricidal effect. In vitro and in vivo studies have shown that oxygen plays a key role in the FLASH effect. However, although several hypotheses have been proposed, the exact mechanism behind this process is still far to be well understood. Since experimental data is scarce, simulations of the radiolysis of water in oxygenated conditions at ultra-high dose irradiation can shed some light on this issue.

In this work, we present a new simulation framework aiming to study dose rate effects in the production of radical species in water and biological media. The physical stage is simulated using the Monte Carlo track structure code TOPAS-nBio whereas the chemical stage is based on a nonlinear reaction-diffusion model implemented in GPU. This approach allows to consider the oxygen and other substances explicitly without compromising the global computational time of the simulation. To cover the biological stage simulations are extended over a longer period ($\sim 10^2$ s) assuming a homogeneous distribution of radicals.

Análisis de parámetros focales de terremotos en el S-SE de la Península Ibérica (1900-2020)

Fernández Fraile, Javier

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Red Sísmica Nacional (Instituto Geográfico Nacional)

En esta tesis se va a llevar a cabo la revisión, actualización y homogenización de los parámetros sísmicos contenidos en el catálogo sísmico del Instituto Geográfico Nacional, datos de referencia para España y las zonas próximas. Este análisis se va a realizar para terremotos ocurridos entre 1900 y la actualidad, para la zona sur - sureste de la Península Ibérica (la zona comprendida entre las latitudes 36.0 y 39.5° N y las longitudes 3.25° O y 1° E.). Para realizar este estudio se van a buscar y analizar boletines y catálogos sísmicos, estudios específicos, sismogramas, fotografías,

archivos digitales y prensa histórica. Con estos documentos se van a revisar y recalcular, cuando sea posible, los parámetros sísmicos localización hipocentral, intensidad, magnitud etc.

Con este trabajo se busca mejorar la calidad del contenido del catálogo sísmico de España (tanto su completitud como su homogeneidad) ya que estos datos son el punto de partida para gran cantidad de proyectos y estudios posteriores: mapas de peligrosidad, norma de construcción sismorresistente, caracterización sísmica del territorio, estudios de riesgo sísmico. También se busca establecer una metodología que se pueda extrapolar para el estudio de la sismicidad y el catálogo sísmico del resto del territorio español.

Dictionary-based Protoacoustic Imaging for Proton Range Verification

Freijo Escudero, Clara

Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)

Proton therapy is a modality of external radiotherapy that has the potential to provide state-of-the-art dose conformality in the tumor area, since protons have a limited range and deposit most of their energy at the end of their path, in the so-called Bragg peak region. Therefore, it can reduce possible adverse effects on surrounding organs at risk. However, uncertainties in the exact location of the proton Bragg peak inside the patient prevent this technique from achieving full clinical potential. In this context, *in vivo* verification of the range of protons in patients is key to reduce uncertainty margins. Protoacoustic range verification employs acoustic pressure waves generated by protons due to the radio-induced thermoacoustic effect to reconstruct the dose deposited in a patient during proton therapy. Nevertheless, dose image reconstruction implies a high computational cost which makes difficult to implement this technique in real time during treatment. In this work, we propose to use the *a priori* knowledge of the shape of the proton dose distribution to create a dictionary with the expected ultrasonic signals at predetermined detector locations. Using this dictionary, the reconstruction of the dose deposited is performed by matching pre-calculated dictionary acoustic signals with data acquired online during treatment. The dictionary method was evaluated on a single-field proton plan for a prostate cancer patient. Dose calculation was performed with the open-source treatment planning system *matRad*, while acoustic wave propagation was carried out with *k-Wave*. We studied the ability of the proposed dictionary method to detect range variations caused by anatomical variations, patient position misalignment and errors in CT Hounsfield Units conversion to relative stopping power. Our results show that the dictionary-based protoacoustic method was able to identify the changes in range originated by all the alterations introduced, with an average accuracy of 1.1 mm. This procedure could be used for *in vivo* verification, since the in-house developed algorithm takes approximately 100 ms to identify the most probable Bragg peak position.

Non-singular black hole geometries in metric-affine gravity

Guerrero Román, Mercè

Departamento de Física Teórica

One of the most puzzling consequences of Einstein's General Relativity is the unavoidable development of a space-time singularity deep inside black holes. Being these singularities tightly attached to the incompleteness of observers' geodesic paths, this hints at the need to extend the underlying description of gravitational phenomena under the most extreme conditions. In this talk I will discuss a proposal for the restoration of geodesic completeness using a family of gravitational theories (metric-affine gravity) coupled to several matter sources.

Desarrollo de herramientas avanzadas para el cálculo dosimétrico en radioterapia

Graullera Pérez, Sergio

GMV y Departamento de Estructura de la materia, física térmica y electrónica (UCM)

La radioterapia intraoperatoria (RIO) es una técnica en la que se administra al paciente una única dosis de radiación directamente sobre el lecho tumoral durante el acto quirúrgico. Esto proporciona, entre otras ventajas, la posibilidad de radiar de forma aislada las regiones afectadas limitando la dosis recibida sobre los tejidos sanos circundantes. El software **radiance®**, desarrollado por la empresa GMV, permite planificar el tratamiento de RIO para casos llevados a cabo con el acelerador de fotones de bajo kilovoltaje Intrabeam®. Esta herramienta permite cubrir todas las fases del procedimiento: definición de un modelo que representa de la forma más precisa posible a la fuente de radiación, importación y visualización de las imágenes CT realizadas al paciente, contorno de la región a tratar (PTV) y los órganos de riesgo próximos, colocación de forma sencilla y visual del aplicador respecto a la imagen del paciente (simulando la posición en la que se colocará durante la cirugía) y simulación de la liberación de dosis sobre el paciente teniendo en cuenta las heterogeneidades del volumen. El resultado de dicha simulación es presentado al usuario a través de la visualización de las líneas de isodosis sobre la imagen del paciente y los histogramas de dosis-volumen (DVH).

En este contexto, el objetivo de mi doctorado industrial es el desarrollo de nuevas herramientas que faciliten el cálculo de dosis. En concreto he realizado una implementación basada en lenguajes de programación en GPU (OpenCL) del algoritmo Monte Carlo Híbrido de cálculo de dosis. Este último, desarrollado por el Grupo de Física Nuclear de la UCM y utilizado actualmente en **radiance®**, incluye numerosas técnicas para mejorar su rendimiento frente a otros códigos Monte Carlo convencionales. La implementación en GPU reduce los tiempos de cálculo a unos pocos segundos, lo que se traduce en una mayor interactividad de la herramienta en quirófano, pudiendo el oncólogo repetir los cálculos de dosis durante la intervención tras realizar pequeños ajustes. Esta mejora de rendimiento, además, nos abre la puerta a nuevos avances como la incorporación de algoritmos de planificación inversa que sugieran la configuración óptima para liberar la mayor dosis posible sobre el lecho tumoral manteniendo la radiación recibida por los órganos próximos por debajo de ciertos límites.

Control independiente de la composición y cristalinidad de nanohilos de CuBi

Guedeja-Marrón Gil, Alejandra

Dpto. Física de Materiales, Facultad Ciencias Físicas (UCM)

Los compuestos de Cu dopados con Bi se consideran materiales muy prometedores en el campo de la Espintrónica, ya que son eficientes en la conversión carga-espín por el efecto espín Hall (SHE). Para estudiar este efecto, particularmente en la nanoescala, es importante contar con un método de síntesis que permita controlar la calidad cristalina, la formación de clusters y la microestructura de los materiales. En este estudio, se han sintetizado nanohilos de CuBi monocristalinos mediante electrodeposición utilizando membranas como plantilla y se han caracterizado por microscopía electrónica de transmisión con resolución atómica. Los resultados demuestran que es posible controlar parámetros críticos como la cristalinidad y la composición de manera independiente, abriendo así un nuevo camino para entender profundamente el mecanismo responsable en los materiales con ángulos de espín Hall grandes (SHA).

Contribuciones a la maximización de la vida útil de los telescopios de gran tamaño del proyecto “Cherenkov Telescope Array” CTA

Márquez Paniagua, Patricia
Facultad de Ciencias Físicas (UCM)

El proyecto CTA tiene la tecnología más moderna para la observación de rayos gamma del Universo. Con los rayos gamma se pueden detectar objetos mucho más energéticos que con la luz visible, de ahí la importancia de los telescopios de rayos gamma.

Con esta tesis se pretende contribuir a la maximización de la vida útil de los telescopios de gran tamaño, o sea, los LST, los cuales se van a instalar en la isla de La Palma, en las Islas Canarias. Esta optimización se pretende hacer desde un punto de vista de RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety o Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad en castellano). Para ello se ha investigado sobre los agentes medioambientales que afectan a los telescopios y sobre los riesgos a los que pueden verse sometidos. Se ha hecho un estudio del resto de telescopios del mismo observatorio y se está analizando la gestión y los subsistemas de los telescopios LST.

Compatibilidad Electromagnética en Grandes Instalaciones Científicas

Martínez Vílchez, Oibar
Dpto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)

La Compatibilidad Electromagnética (CEM) está presente en todos los equipos radioeléctricos que nos rodean en nuestra vida cotidiana, posibilitando la convivencia de todos ellos con un correcto funcionamiento. Para garantizar esto, los productos deben cumplir con una normativa específica antes de ser comercializados dentro de la Unión Europea. La verificación de que un equipo cumpla con las especificaciones de la Directiva de Compatibilidad Electromagnética Europea requiere someter el equipo a una serie de ensayos, cuyos procedimientos están recogidos en estándares. Sin embargo, la diversidad de equipos radioeléctricos que existe hace que no siempre sea posible aplicar los procedimientos de ensayo que recogen los estándares a todos los productos. Cuando el equipo a ensayar es, como en nuestro caso, una agrupación de telescopios Cherenkov de más de 30 metros de diámetro, los ensayos deben ser adaptados con el fin de que sean físicamente realizables y siga garantizándose el cumplimiento de los requerimientos de Compatibilidad Electromagnética que le aplican.

Cumplir con los requerimientos de CEM requiere, entre otras cosas, verificar que las emisiones radiadas por el telescopio no comprometen el correcto funcionamiento de los equipos con los que convive y garantizar que no se acumula carga estática en los distintos componentes que conforman la instalación. Para ello es preciso asegurar una resistencia de tierra suficientemente baja y la equipotencialidad de las estructuras. Una de las tareas más complejas de abordar ha sido el diseño de una estructura de tierras para los telescopios que garantice una resistencia de tierra físicamente alcanzable y acorde con las exigencias del observatorio. El diseño se ha llevado a cabo mediante análisis de campos electromagnéticos por el método de elementos finitos.

Instrumento para la medida de la susceptibilidad magnética basado en métodos inductivos

Mesa Uña, José Luis
Departamento de Cargas Útiles y Ciencias del Espacio.
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

Las prospecciones magnéticas ofrecen una herramienta muy potente para la caracterización del suelo y subsuelo ampliamente utilizada en geofísica, geología, paleomagnetismo, arqueología,

minería, etc. Se presenta el desarrollo de un sensor portátil para la medida de la susceptibilidad magnética compleja in situ y el desarrollo de varios prototipos.

El susceptómetro está formado por un núcleo de ferrita con un arrollamiento que le permite producir un campo magnético alterno con el que excita la muestra. Las propiedades magnéticas de la muestra modifican el estado de magnetización del sensor, así como sus propiedades eléctricas, lo que permite determinar la susceptibilidad compleja de rocas, suelos y objetos de estudio.

Este trabajo recoge el esfuerzo realizado en el desarrollo del sensor desde su concepción hasta su fabricación y calibración, así como algunos ejemplos de su aplicación en terreno y test en entornos relevantes.

The Quantum Nature of the Early Universe

Neves, Rita

IPARCOS, Departamento de Física Teórica (UCM)

Loop Quantum Cosmology (LQC) is currently one of the most promising approaches to quantum cosmology, leading to the remarkable resolution of the big-bang singularity in terms of a quantum bounce. In this work we aim to contribute to a more falsifiable picture of LQC and of quantum cosmology in general, by exploring observational consequences of the quantum nature of spacetime. A possible window for this study is the observations of the Cosmic Microwave Background (CMB): since LQC resolves the singularity, one can explore the consequences of imposing a vacuum for primordial perturbations before the onset of inflation. This leads to some of the modes reaching the onset of inflation in an excited state, presumably affecting their primordial power spectra, and therefore the observations of the CMB. In this talk, we will outline the idea behind this work and present the results obtained so far, firstly regarding possible corrections to the effective dynamics coming from LQC, and secondly regarding the issue of choice of vacuum of cosmological perturbations and its observational consequences.

Procesos de electromigración en la síntesis rápida de nanoestructuras de MoO₃

Rodríguez Fernández, Beatriz

Departamento de Física de Materiales (UCM)

Estudio de la síntesis rápida de nanoestructuras de MoO₃ a partir de procesos de electromigración presentes en un hilo de molibdeno bajo. Esta técnica introduce una forma rápida de síntesis de materiales Van der Waals, los cuales tienen múltiples propiedades y aplicaciones muy prometedoras.

Los resultados muestran que una intensidad de corriente máxima de 5A, durante un tiempo de entre unos pocos segundos y un minuto, provoca un calentamiento del hilo de Mo, haciéndolo alcanzar temperaturas entorno a los (450-500) C°, dando lugar al crecimiento de una alta densidad de nanoestructuras de MoO₃, principalmente en la zona central del hilo.

Las medidas de espectroscopia Raman, difracción de Rayos X (XRD) y espectroscopia de dispersión de energía de Rayos X (EDS) revelan que las nanoestructuras son básicamente MoO₃ en fase ortorrómbica. Los mecanismos de crecimiento se discuten en términos de procesos de electromigración y oxidación local en la superficie del hilo. El estudio detallado de los procesos de electromigración que tienen lugar durante la síntesis, se ha llevado a cabo mediante la aplicación de campos eléctricos externos perfectamente orientados de forma paralela y perpendicular al eje del hilo de Mo. Se ha observado que estos campos eléctricos alteran el crecimiento normal de nanoestructuras, puesto que pueden favorecerlo o inhibirlo.

Fabricación y caracterización de micro- y nanoestructuras de ZnO con distintos dopantes para su aplicación en procesos de fotocatalisis

Rodríguez Peña, Micaela

Departamento de Materiales, Facultad de Física (Universidad Complutense de Madrid)

La ponencia consistirá en una breve introducción comentando las motivaciones que impulsan esta tesis, seguida de una explicación del método de fabricación de las estructuras, y de las técnicas que se usan para caracterizar el material obtenido, mostrando algunos resultados de dichas técnicas, a saber: microscopía electrónica de barrido (SEM), microanálisis de rayos X (EDS), espectroscopia Raman, fotoluminiscencia y catodoluminiscencia. A continuación, puesto que el objetivo de esta tesis es conseguir mejorar la eficiencia fotocatalítica del óxido de zinc, expondré el método que se usa para evaluar dicha eficiencia, así como los datos obtenidos. Finalmente hablaré del trabajo que queda por hacer.

Polarimetría Mueller usando haces con estados de polarización no convencionales en campos electromagnéticos paraxiales

Suárez Bermejo, Juan Carlos

Departamento de Óptica (UCM)

El diseño y síntesis de generadores de estados de polarización (PSG) permiten su utilización en sistemas polarimétricos para la medida de la matriz de Mueller de muestras diversas. Un tipo de haces que se utilizan como PSG son los denominados haces full Poincaré (FPB), que contiene todos los estados posibles de polarización dentro del haz. Haciendo pasar el haz FPB por un analizador de estados de polarización (PSA), antes y después de atravesar la muestra estudiada, se puede determinar el estado de polarización en cada punto de la sección transversal del haz. A partir de los mapas de polarización de entrada y salida, se determina la matriz de Mueller de la muestra que se vaya a caracterizar. También es posible obtener información sobre la homogeneidad de las muestras, comparando los valores de las matrices de Mueller obtenidos en distintas regiones iluminadas por el haz FPB. También se pretende sintetizar otros tipos de haces de luz, además de los FPB, que puedan constituir un PSG para su aplicación en polarimetría. Se considerarán, pues, otros haces no uniformemente polarizados (NUTP) en la sección transversal: haces con polarización que cambia en propagación, haces con polarización variable temporal, etc.

En una primera etapa, se han caracterizado puntualmente los estados de polarización mediante un polarímetro, lo que precisa la obtención de medidas a la entrada y a la salida de la muestra en cuatro puntos con estados de polarización linealmente independientes. De esta manera, se pueden caracterizar los 16 elementos que constituyen la matriz de Mueller de la muestra. Sin embargo, en una segunda etapa, se ha pasado a usar todos los puntos de la sección transversal del haz, utilizando una cámara CCD con una resolución espacial adecuada de su sensor. El estado de polarización en un FPB se obtiene haciendo pasar la luz de un láser a través de un cristal uniaxial, de manera que la matriz de Mueller se determina para zonas relativamente pequeñas. Toda la información disponible en las imágenes obtenida con la cámara es ahora utilizada para obtener la matriz de Mueller de las imágenes capturadas con el PSA. Las distintas fuentes de error han sido analizadas con el propósito de reducir la incertidumbre en la determinación de los elementos de la matriz de Mueller.

Acoplo Ultrafuerte en Nanomotores Híbridos de Estado Sólido

Tabanera Bravo, Jorge

Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica, UCM

Una mayor capacidad para observar y manipular los efectos cuánticos producidos sobre determinados materiales a escala nanométrica abre la puerta al estudio teórico y experimental de las Leyes de la Termodinámica, tanto en régimen híbrido clásico-cuántico, como en el régimen puramente cuántico. El acoplo ultrafuerte entre grados de libertad clásicos y cuánticos aleja la posibilidad de utilizar técnicas convencionales para el estudio de estos sistemas, mientras ofrece una fenomenología interesante propia de la no-linealidad: auto-oscilaciones mecánicas, desviaciones de las frecuencias de oscilación, etc.

En este trabajo, presentamos una serie de técnicas numéricas y analíticas, capaces de capturar tanto el origen como los efectos del acoplo en el dispositivo experimental llevado a cabo dentro del proyecto *Nanomechanics in the solid-state for quantum information thermodynamics* (NanoQIT-FQXi).

Interferometría en condensados Bose-Einstein: un análisis numérico dependiente del tiempo

Tounli Nemri, Jalal

Departamento de Óptica (UCM)

Los condensados de Bose-Einstein son estados cuánticos de la materia que se lograron experimentalmente en gases ultrafríos atómicos diluidos en la década de los 90 por varios grupos en JILA, MIT y Rice. Sus propiedades únicas permiten no solo estudiar la naturaleza cuántica y observar sus efectos a nivel macroscópico, sino que también permiten usarlas en importantes aplicaciones como el láser atómico e interferómetros. En resumen, los condensados son un sistema eficaz para estudiar las manifestaciones cuánticas en entornos eficientemente controlados. A pesar de la gran cantidad de trabajos experimentales y teóricos que se han hecho en las últimas dos décadas, pocas son las herramientas computacionales que hay en el campo para tratar la dinámica y la interferencia desde una formulación hidrodinámica cuántica.

En esta presentación, se expondrá un análisis computacional de la dinámica de los condensados no solo en un entorno cerrado sino también en presencia de fluctuaciones de tipo browniano. Por simplicidad y sin pérdida de generalidad, se resuelve numéricamente la ecuación Gross-Pitaevskii unidimensional, que lleva a la formación de solitones 'dark' en términos de la formulación bohmiana, con el fin de dar una explicación alternativa al origen de este fenómeno. El análisis presentado describe la interacción de dos condensados tanto en dinámica libre como en presencia de una trampa armónica. Luego, se incluyen efectos de decoherencia por medio de un acoplamiento débil entre los condensados y su entorno utilizando el marco teórico de la difusión del estado cuántico (QSD). Sin fluctuaciones, los solitones dark unidimensionales tendrían una vida infinita, pero con los efectos de decoherencia se reduce tanto su tiempo de vida como la intensidad.

Compañeras de gran separación de subenanas M y L mediante Gaia DR2 y el Observatorio Virtual

Javier González Payo
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

The aim of the project is to identify wide common proper motion companions to a sample of spectroscopically-confirmed M and L metal-poor dwarfs (also known as subdwarfs). We made use of Virtual Observatory tools and large-scale public surveys to look for common proper motion companions to a well-defined sample of ultracool subdwarfs with spectral types later than M5 and metallicities below or equal to -0.5 dex. We collected low-resolution optical spectroscopy for our best system composed of a sdM1.5 and a sdM5.5 subdwarf located at ~ 360 pc.

We confirmed one wide companion to an M subdwarf, and we infer a multiplicity of 1.2% for projected physical separations of up to 743,000 au. We found also four M-L systems, three of them newly detected. No colder companions were identified in any of the 219 M and L subdwarfs of the sample, mainly due to the limitations of faint sources detection of Gaia DR2. We infer a frequency of wide systems for sdM5-9.5 of $1.2 \pm 1.2\%$ for projected physical separations larger than 1,360 au (up to 142,400 au). This study shows a binarity of $1.0 \pm 1.0\%$ in M subdwarfs (sdM), and $1.9 \pm 1.9\%$ in extreme M subdwarfs (esdM). We did not find any companion or ultra M subdwarfs (usdM) of our sample.
