

Jornadas de Doctorandos 2020-21

Sesión de abril

Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
14-16 de abril de 2021

Ponentes

Programa de Doctorado en Física	
Águstí Casado, Andrés	Instituto de Física Fundamental (CSIC)
Árteaga Díaz, Pablo	Centro de Tecnologías Físicas Leonardo Torres Quevedo (CSIC)
Benito Barca, Samuel	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Borislavov Vassilev, Teodor	Física Teórica (UCM) e IPARCOS
Delgado Miravet, Alfredo	Física Teórica (UCM)
Franco Rodríguez, Enar	Óptica (UCM)
García Burgos, Marina	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
González Jerez, Antonio	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
Honrubia López, Efrén	Óptica (UCM)
Lago López, Carmen María	VioBio Lab e Instituto de Óptica (CSIC) y 2eyesVision S. L.
León Holgado, Jaime	División de física experimental de altas energías, Departamento de Investigación Básica (CIEMAT)
López Aguirre, Miguel	HM CINAC (Hospital Universitario HM Puerta del Sur)
Martín Roca, José	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)
Martín Rubio, Carolina	Centro de Astrobiología (INTA-CSIC)
Martínez Miranda, María del Rosario	Física de Materiales (UCM)
Martínez Vilchez, Oibar	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)
Mateos Maroto, Jesús	Física de Materiales (UCM)
Millán García, Laura	Department of Physical Metallurgy (CENIM-CSIC)
Obando Guevara, Jairo	Física de Materiales (UCM), Université Paris-Saclay y Laboratoire de Physique des Solides (CNRS)
Peña Moreno, Álvaro	Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM)
Plaza García-Abadillo, Ismael	Molecular Motors Manipulation, (IMDEA Nanociencia)
Rivera Pérez, Pablo	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Sánchez Cid, David	Grupo de Cosmología Observacional (CIEMAT)
Sánchez-Bayton Sánchez, Marina	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Urda Gómez, Lourdes	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

Programa de Doctorado en Astrofísica	
Álvarez Saavedra, Alberto	Centro de Astrobiología (INTA-CSIC)
Cuenda Muñoz, Diego	Centro de Astrobiología (INTA-CSIC)
Domínguez Fernández, Alejandro	Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA)
García-Conde Navarro, Begoña	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Herrero Sinovas, Pilar	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Jiménez Martínez, Irene	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
Megías Toledano, Andrés	Centro de Astrobiología (INTA-CSIC)

JORNADAS DE DOCTORANDOS. 14, 15 y 16 de abril de 2021
Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

	Miércoles 14	Jueves 15	Viernes 16
09:30-09:45	Charla informativa sobre procedimientos y plazos Vicedecano de Investigación y Doctorado	Martínez Miranda, María del Rosario	Franco Rodríguez, Enar
09:50-10:05		Mateos Maroto, Jesús	Lago López, Carmen María
10:10-10:25		Obando Guevara, Jairo Israel	Benito Barca, Samuel
10:30-10:45	López Aguirre, Miguel	Peña Moreno, Álvaro	Rivera Pérez, Pablo
10:50-11:05	Martín Roca, José	Agustí Casado, Andrés	Álvarez Saavedra, Alberto
11:10-11:25	Martínez Vilchez, Oibar	Arteaga Díaz, Pablo	Cuenda Muñoz, Diego
11:30-11:45	Receso		
11:45-12:05	González Jerez, Antonio	Borislavov Vassilev, Teodor	Domínguez Fernández, Alejandro
12:05-12:20	Plaza García-Abadillo	Delgado Miravet, Alfredo	García-Conde Navarro, Begoña
12:25-12:40	García Burgos, Marina	Honruba López, Efrén	Herrero Sinovas, Pilar
12:45-13:00	Martín Rubio, Carolina	Urda Gómez, Lourdes María	Jiménez Martínez, Irene
13:05-13:20	Sánchez Cid, David	León Holgado, Jaime	Megías Toledano, Andrés
13:25-13:40	Sánchez-Bayton Sánchez, Marina	Millán García, Laura	

Parametric Amplifiers in Circuit Quantum Electrodynamics

Agustí Casado, Andrés
Insituto de Física Fundamental - CSIC

Parametric amplifiers are almost as ubiquitous in physics as the harmonic oscillator. They are oscillators whose parameters can be modulated in real time, and under certain conditions said modulation can pump energy into the system. In this work we will present two different settings of parametric amplification in superconducting circuits which are able of, on one hand, generate photon triplets which exhibit tripartite entanglement (contrary to recent claims in the literature), and on the other hand, provide a microscopic model for the dynamic Casimir effect. Both systems prove the versatility of circuit quantum electrodynamics as a tool for quantum information processing and exploration of foundations of physics.

Desarrollo experimental de sistemas de distribución cuántica de clave con canal de transmisión atmosférico

Arteaga Díaz, Pablo
Centro de Tecnologías Físicas Leonardo Torres Quevedo (CSIC)

La distribución cuántica de clave consiste en transmitir una clave codificada por medio de estados cuánticos. Esta clave podrá utilizarse posteriormente para cifrar información y realizar comunicaciones seguras. Dentro del campo de los sistemas de distribución cuántica de clave, mi trabajo se centra en el desarrollo experimental de sistemas de distribución cuántica de clave con canal de transmisión atmosférico, específicamente en los terminales que tiene el grupo del Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información del CSIC. Las pérdidas y los errores que se puedan producir en la transmisión de la clave son el principal problema que encontramos, ya que estos factores reducen la velocidad y la distancia máxima de transmisión. Para reducir los errores y pérdidas, habrá que optimizar el diseño de los terminales y desarrollar tecnologías que permitan mejorar el rendimiento del sistema. En este sentido, el trabajo que he desarrollado se ha centrado en optimizar el diseño de los terminales del CSIC, y en analizar los requisitos de las tecnologías de corrección de la polarización, apuntamiento y seguimiento, y óptica adaptativa que se pretenden implementar en el futuro. Como ejemplo, expondré los resultados de la investigación de la polarización en los sistemas de distribución cuántica de clave con canal de transmisión atmosférico que dio lugar a una publicación y ponencia en un congreso. Finalmente repasaré los objetivos de futuros trabajos.

**Caracterización de la Circulación Brewer-Dobson a distintas escalas temporales.
Impacto del fenómeno ENSO en el ozono estratosférico.**

Benito Barca, Samuel
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

La circulación de Brewer-Dobson (BDC) describe el transporte de masa, calor y compuestos químicos en la estratosfera. Incluye una componente advectiva (denominada circulación residual), mediante la cual el aire se eleva en los trópicos y desde allí se desplaza hacia los polos, descendiendo en latitudes medias y altas, y una componente asociada a la mezcla isentrópica. Su importancia reside fundamentalmente en el papel que ejerce sobre la temperatura y la composición química de la estratosfera, que a su vez influyen en el balance radiativo del planeta y el clima en superficie. En concreto, la BDC es clave para el transporte y redistribución del ozono estratosférico, esencial para la vida en la superficie terrestre gracias a que absorbe la radiación solar ultravioleta.

Además de las tendencias a largo plazo que aparecen debidas a la emisión de gases de efecto invernadero, la BDC y la concentración de ozono varían en escalas temporales más cortas. En concreto, estudios anteriores sugieren que el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, periodo de 3-7 años) puede modular la concentración de ozono estratosférico a través de cambios en la BDC. El estudio que se presenta tiene como objeto profundizar en este tema, examinando las anomalías en el transporte y la química del ozono asociadas con las distintas fases (El Niño y La Niña) y los distintos tipos (Pacífico central, Pacífico oriental) de ENSO. Para ello se utilizan salidas del modelo climático con química acoplada WACCM (Whole Atmosphere Community-Climate Model), que se evalúan previamente con datos de dos reanálisis atmosféricos y con observaciones satelitales. Los datos revelan un impacto significativo en la columna total de ozono en invierno del hemisferio norte (HN), opuesto entre fase Niño y fase Niña. El origen de estas anomalías se investiga en el modelo, separando el papel que juegan la advección debida a la circulación residual, la mezcla isentrópica y los procesos químicos en los cambios en el ozono en tres regiones distintas: trópicos, latitudes medias del HN, y el Ártico.

Explorando la esencia escondida del Cosmos: desde la Relatividad General a la gravedad modificada

Borislavov Vassilev, Teodor

Dpto. de Física Teórica e IPARCOS (Universidad Complutense de Madrid)

En esta charla voy a presentar la primera parte de mi proyecto de tesis. Esta parte se centra en el estudio de singularidades cosmológicas, tanto desde el punto de vista de cosmología clásica como cuántica, aplicado al futuro de nuestro Universo. Es bien sabido que nuestro Universo está actualmente atravesando una fase de expansión acelerada. No obstante, dependiendo de la intensidad de dicha aceleración, diferentes finales son posibles. Una posibilidad (no descartada por los datos observacionales) es que la aceleración sea lo suficientemente fuerte como para, en un futuro, destruir todas las estructuras en el Universo e incluso desgarrar el propio espacio-tiempo, dando lugar a una singularidad cosmológica. Sin embargo, es comúnmente aceptado que los efectos de la gravedad cuántica pueden suavizar o incluso evitar la aparición de estas singularidades clásicamente predichas. En esta presentación voy a hablar de la existencia de estas singularidades futuras, tanto a nivel clásico como cuántico, en varios modelos cosmológicos que son compatibles con la actual expansión del Universo.

The imprint of ultralight vector fields on gravitational-wave propagation

Delgado Miravet, Alfredo

Departamento de Física Teórica (Universidad Complutense de Madrid)

We study the effects of ultralight vector field (ULVF) dark matter on gravitational-wave propagation. We find that the coherent oscillations of the vector field induce an anisotropic suppression of the gravitational-wave amplitude as compared to the Λ CDM prediction. The effect is enhanced for smaller vector field masses and peaks for modes around a certain wavenumber that depends on ULVF mass. The suppression is negligible for astrophysically generated gravitational waves but could be sizeable for primordial gravity waves.

We discuss the possibility of detecting such an effect on the tensor power spectrum with future CMB B-mode polarization detectors. We find that for the sensitivity of the upcoming LiteBIRD mission, the correction to the tensor power spectrum at decoupling time could be distinguishable from that of Λ CDM for ULVF masses $m < \sim 10^{-26}$ eV and sufficiently large abundances.

Curvando la luz: Microrrobótica asistida con trampas láser

Franco Rodríguez, Enar

Departamento de Óptica (Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid)

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un marco teórico y experimental para la propagación de haces láser continuos y pulsados a lo largo de curvas 3D prediseñadas. Para ello, se realizan diseños de trayectorias que seguirá el haz de luz en el espacio 3D, en ausencia de elementos mecánicos que orienten el haz. Algunas aplicaciones de esta tecnología se encuentran relacionadas con imagen tomográfica 3D a tiempo real (por ejemplo, de células biológicas) y manipulación óptica (sin contacto, empleando luz) de micro/nano estructuras de forma robótica (programable).

Además, investigamos la creación de haces láser continuos y pulsados (ultracortos) diseñados a medida y cuyas características faciliten explotar interacciones radiación-materia en el campo de manipulación óptica de partículas, micro/nano-fabricación, y biomedicina.

El jet atlántico: nuevo método de detección y factores determinantes.

García Burgos, Marina

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica

Una gran parte de la variabilidad atmosférica del Atlántico Norte está asociada a la variación de la corriente en chorro extratropical (jet stream). El conocimiento sobre su estado y evolución resulta de crucial importancia para las predicciones meteorológicas y climáticas del sector europeo, incluyendo la ocurrencia de eventos extremos. El jet stream es un intenso flujo de aire que rodea la tierra entre 30 - 60º norte, fluyendo en dirección oeste-este. Una de sus principales características es que separa las masas de aire frío hacia el polo y las cálidas hacia el ecuador.

Típicamente, los diferentes estados en los que se suele encontrar se han definido a partir de dos parámetros: la intensidad y la latitud. Sin embargo, usando un nuevo método basado en la definición de otros parámetros, como la sinusoidad o inclinación, el conocimiento sobre el comportamiento del jet se expande y enriquece. Esta nueva forma de definir el jet reproduce los estados conocidos y es capaz de detectar alguno nuevo. Su variabilidad estacional e interanual, generalmente, está atribuida a la variabilidad interna del sistema climático. Sin embargo, existen fenómenos de escala global (drivers) que pueden dirigir los cambios del jet. Los impactos de los drivers sobre el jet pueden oponerse o reforzarse entre sí. El objetivo de este estudio es identificar los drivers que producen mayor forzamiento sobre los distintos parámetros en invierno, incrementando, de este modo, la capacidad predictiva del jet. Primeramente, se proponen posibles candidatos a drivers a partir de la literatura. A continuación, se realiza un análisis de regresión múltiple entre los parámetros y los drivers. Finalmente, se estudia el impacto de cada driver mediante el análisis de compuestos.

Simulaciones girocinéticas en stellarators

González Jerez, Antonio

Centro de Investigaciones Energéticas, Mediambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

La teoría girocinética es la base para el estudio del transporte turbulento en plasmas de fusión nuclear. Esta teoría, que estudia las fluctuaciones de la escala espacial del orden del radio de Larmor, explota la disparidad entre la frecuencia característica de la turbulencia y la frecuencia de giro de las partículas entorno a las líneas de campo, mucho más rápida y sobre la que se promedia. La resolución del sistema de ecuaciones resultante requiere del uso de códigos numéricos y su explotación en plataformas de computación de altas prestaciones. En particular, el presente proyecto de doctorado se basa en buena parte en simulaciones numéricas de este tipo, llevadas a cabo con el código stella.

En la ponencia se hará un breve resumen de los conceptos básicos de plasma y fusión nuclear, así como de los principales dispositivos de confinamiento magnético. Se introducirá el concepto de *equilibrio*

magnético y los distintos mecanismos de transporte en el el plasma, centrándonos en el transporte turbulento y la simulación girocinética. Para finalizar se comentarán los objetivos de la tesis doctoral en este marco, su estado actual y las actividades realizadas en su periodo (estancias y publicaciones).

Dinámicas de entrelazamiento, desigualdades de Bell y teleportación cuántica

Honrubia López, Efrén
Departamento de Óptica de la Facultad de Ciencias Físicas (UCM)

El entrelazamiento cuántico ha sido empleado como herramienta útil desde hace 30 años en procesos tales como la computación, criptografía o metrología, constituyendo el campo de las denominadas tecnologías cuánticas. No obstante, a pesar de la vasta bibliografía ya existente sobre estos fenómenos, no son muchos los artículos que ahondan en la descripción de la dinámica del entrelazamiento. El objetivo de esta tesis consiste en abordar dicho estudio desde una formulación hidrodinámica de la mecánica cuántica, la denominada mecánica bohmiana, basada en trayectorias de flujo del caudal cuántico. Igualmente, se pretende mostrar la no adecuación de los sistemas entrelazados a las restricciones impuestas por las desigualdades de Bell desde el punto de vista hidrodinámico y su empleo en fenómenos cuánticos tales como la teleportación.

En esta presentación expondré los avances logrados hasta la fecha, referentes principalmente a la comprensión y estudio del proceso interferencial que conduce al entrelazamiento desde el enfoque hidrodinámico, tanto para sistemas aislados como embebidos en entornos, lo cual conduce a la aparición de fenómenos de decoherencia e incoherencia cuánticas.

Del diseño de lentes intraoculares reales a la simulación en SimVis Gekko

Lago López, Carmen María
VioBio Lab, Instituto de óptica, CSIC
2EyesVision S.L.

SimVis (SV) Gekko es un simulador de visión simultánea que permite a los pacientes experimentar la visión del mundo real a través de diferentes diseños de lentes intraoculares antes de operarse de cataratas. La tecnología Sim+Vis, se basa en el principio de multiplexación temporal, usando una lente optoajutable que cambia su foco a alta velocidad. Para conseguir simulaciones con precisión de diseños de lentes intraoculares reales y validar la lente SimVis, debemos seguir una serie de pasos: (1) Simulación computacional de modelos de ojo mediante trazado de rayos. (2) Obtención del mapa de fase del perfil de la lente intraocular. (3) cálculo de coeficientes temporales para multiplexación temporal. (4) Validación de coeficientes temporales con un focímetro de alta velocidad. (5) Validación de la simulación de la lente con la tecnología Sim+Vis con óptica adaptativa. (6) Simulación en SimVis Gekko.

Search for Higgs Boson Pair Production at the LHC and studies of a new muon trigger algorithm for HL-LHC

León Holgado, Jaime
División de física experimental de altas energías, Departamento de Investigación Básica (CIEMAT)

In this talk I will present the latest results about the Analytical Method algorithm for trigger primitive generation in the CMS Drift Tube chambers during High Luminosity LHC operation. The algorithm has been validated in software with an emulator approach, showing very good results with respect to the offline system, and through hardware implementation tests in a testbench using real collision data and directly on the CMS detector using cosmic muons.

On the other hand, I will show the status of the CMS search for a Higgs boson pair decaying into two b quarks and two τ leptons, focusing on the QCD background studies and the addition of a multi-class neural network in order to better discriminate events where the Higgs pair was produced via Vector Boson Fusion (VBF). Preliminary results show a performance comparable (or even better) than the obtained by the other decay channels already presented in CMS.

Marcadores de integridad de la sustancia negra para la monitorización de la progresión de la enfermedad de Parkinson mediante imagen multimodal

López Aguirre, Miguel
HM CINAC (Hospital Universitario HM Puerta del Sur)

La enfermedad de Parkinson (EP) es uno de los trastornos neurodegenerativos con mayor prevalencia en el ser humano. Esta patología se caracteriza principalmente por la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra pars compacta (SNc), fuente principal de la dopamina (DA) cerebral. Esta degeneración induce una depleción dopaminérgica en la vía nigroestriatal, la cual que acaba derivando en la aparición de multitud de alteraciones, tanto de aspecto motor (bradicinesia, rigidez, temblor en reposo) como no motor (hiposmia, trastorno del sueño, problemas cognitivos, etc.). El debut clínico de la EP se da con la aparición de los primeros síntomas motores, momento en el cual existe una pérdida del 30-50% de las neuronas dopaminérgicas de la SNc y una depleción del 60-80% de la DA en el cuerpo estriado. Por ende, en el momento del diagnóstico ya existe una neurodegeneración avanzada.

Los marcadores por imagen empleados actualmente para el estudio de EP se basan en técnicas de imagen médica nuclear (PET y SPECT). Al emplear como radiotrazador marcadores presinápticos de la DA (ej.: F-Dopa y DAT), estas técnicas permiten una cuantificación de las terminaciones nerviosas dopaminérgicas funcionales del cuerpo estriado, factor que es de gran utilidad para el diagnóstico. Sin embargo, presentan una serie de inconvenientes: son inespecíficos para evaluar el estado de la enfermedad (severidad clínica), su utilidad es cuestionable a la hora de detectar casos preclínicos y hacen uso de radiaciones ionizantes. Actualmente, la herramienta que presenta un mayor potencial para el desarrollo de nuevos biomarcadores específicos para la EP es la imagen por resonancia magnética nuclear (iRMN). Gracias al desarrollo reciente de numerosas secuencias se ha posibilitado la visualización de cambios en la vía nigroestriatal que no era detectables anteriormente. El objetivo del presente proyecto es, por tanto, la investigación y desarrollo de nuevas métricas basadas en iRMN que permitan caracterizar y monitorizar los procesos de degeneración de la vía nigroestriatal. Adicionalmente se testará su utilidad como marcadores precoces para el diagnóstico de la EP.

Materia Activa y Fenómenos Colectivos

Martín Roca, José
Departamento de Estructura de la Matéria, Física Térmica y Electrónica
(Universidad Complutense de Madrid)

La Materia Activa es una rama relativamente nueva dentro de la Materia Condensada, encargada de clasificar la fenomenología colectiva en sistemas complejos cuyas componentes son capaces de autopropulsarse, como algunos sistemas vivos (pájaros, peces, ...) y sistemas sintéticos (coloides activos, micro-swimmer, ...) entre otros, es decir, estos sistemas están consumiendo energía y aplicando una fuerza sobre ellos mismo para realizar movimiento.

Este tipo de sistemas dan lugar en ciertos regímenes de parámetros a comportamientos colectivos que han sido objeto de estudio durante los últimos años. En este trabajo en particular se presentan partículas brownianas activas (ABP) que interactúan mediante potenciales puramente repulsivos (exclusión de volumen) y que bajo ciertas condiciones y debido únicamente a la actividad que poseen generan una agregación ordenada, que denominamos MIPS (Motility Induce Phase Separation), produciendo una separación de fase entre dos regiones, que ha sido intensivamente estudiada en el presente trabajo.

Caracterización de la atmósfera de Marte a partir de datos satelitales y de estaciones

Martín Rubio, Carolina
Centro de Astrobiología (INTA - CSIC)

El conocimiento de la atmósfera de Marte requiere de observaciones y herramientas de modelado numérico que permitan interpretar adecuadamente las medidas existentes y avanzar en los estudios de procesos para los cuales no hay observaciones hasta el momento. Desde 1969 los humanos se han dedicado a explorar el planeta vecino, pero en la actualidad, los datos atmosféricos más recientes medidos en superficie corresponden a tres estaciones meteorológicas de misiones de la NASA. Dos de ellas a bordo de dos vehículos exploradores, rovers (REMS en Curiosity, MEDA en Perseverance) y una tercera en un aterrizador (TWINS en InSight). Además, alrededor del planeta orbitan satélites de diferentes agencias espaciales como MRO (Mars Reconnaissance Orbiter - NASA). Estos adquieren medidas a distintas alturas, latitudes y longitudes, cubriendo totalmente la superficie marciana proporcionando una caracterización completa del planeta de gran utilidad para futuros estudios y misiones.

En esta tesis doctoral se lleva a cabo el análisis de distintos datos atmosféricos a lo largo de varios años marcianos a partir del instrumento MCS (Mars Climate Sounder) a bordo del orbitador MRO. Estos datos, medidos tanto en superficie como en altura, permiten estudiar las variaciones meteorológicas diarias y estacionales, el paso de tormentas de polvo y efectos locales asociados a la interacción de la atmósfera con la topografía. De manera complementaria, se analizan datos in situ en el interior del cráter Gale (situado en una latitud ecuatorial) a partir de la estación medioambiental REMS, realizando un estudio del comportamiento de las distintas variables en superficie. Finalmente, se pretende comparar estos datos observacionales con los resultados de los modelos de circulación general almacenados en forma de base de datos climática en la denominada Mars Climate Database (MCD)

Diseño de recubrimientos anti-insectos con propiedades omnifóbicas para superficies aerodinámicas

Martínez Miranda, María del Rosario
Departamento de Física de Materiales (Universidad Complutense de Madrid)

En el contexto de este doctorado se pretende desarrollar una solución en forma de recubrimiento que dote a las superficies aerodinámicas de propiedades omnifóbicas (hidrofóbicas y oleofóbicas), para ser aplicadas en alas de aviones o en palas de aerogeneradores con el fin de reducir la resistencia causada por los residuos de insectos.

Esto provoca un incremento de costes (asociado al incremento del consumo de fuel y costes derivados de la limpieza).

Para ello se ha partido de una pintura comercial (actualmente empleada en el pintado de aeronaves) la cual se ha modificado y/o combinado mediante diferentes estrategias para alcanzar los requisitos necesarios en una superficie omnifóbica.

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.

Estados de gato robustos en sistemas de bosones controlados cinéticamente

Mateos Maroto, Jesús
Dpto. Física de Materiales, Facultad CC. Físicas, UCM

Se investiga el comportamiento del modelo de Bose-Hubbard unidimensional cuyo término cinético se hace oscilar con promedio temporal nulo. Para un valor crítico del "driving", el sistema pasa de un aislante de Mott a un superfluido formado por una superposición tipo gato de dos cuasi-condensados con momentos opuestos y no nulos. Se analiza la robustez de este estado fundamental poco convencional frente a variaciones de varios parámetros del sistema. En particular se estudia el efecto de la forma y el protocolo de encendido de la señal del "driving". El conocimiento de la sensibilidad del sistema a variaciones de estos parámetros permite estimar la robustez de este exótico comportamiento físico.

Estimation of Grain-level Residual Stresses in a Quenched Cylindrical Sample of Aluminum Alloy AA5083 using Genetic Programming

Millán García, Laura
Department of Physical Metallurgy. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) C.S.I.C.
Av. de Gregorio del Amo, 8, Madrid E-28040, Spain

ABSTRACT. Residual stresses are originated during fabrication processes of metallic materials and their study is important to prevent catastrophic failure during service of components. There are two main types of residual stresses, depending on the length scale; macroscopic and microscopic. We present an approach using genetic programming to obtain the micro residual stresses in grains of a quenched cylindrical sample of aluminium alloy AA5083. This alloy has a micro-structure of formed grains with different orientation and stress state. To obtain the micro residual stresses of each grain we estimate the total residual stresses values for every crystallographic orientation using information from electron back-scattered and neutron diffraction experiments. This information includes orientation maps of the normal section to the cylinder axes and the particular orientation and dimensions of every grain. We assume that the micro residual stresses of each grain can be expressed as a function of these variables and use genetic programming to find this expression.

Phase transitions and electronic properties of layered materials

Obando Guevara, Jairo
Departamento de Física de Materiales, Universidad Complutense de Madrid.
Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire de Physique des Solides.

El redescubrimiento del grafeno y sus insólitas propiedades han renovado el interés por los materiales tanto bidimensionales como laminares. Prueba de ello es la gran diversidad de aplicaciones para las que estos materiales ofrecen soluciones prometedoras al desarrollo tecnológico de nuestra sociedad (almacenamiento de energía, valle/espíntrónica, aislantes topológicos, fotodetectores catálisis, etc.). A su vez, estos sistemas resultan ser una fuente inagotable de fenómenos de interés fundamental para la física de la materia condensada.

En esta tesis se estudian, desde un punto de vista experimental, las transiciones de fase y las propiedades electrónicas del Li_xCoO_2 (LCO) y del MoS_2 que tienen lugar cuando se adsorbe, intercala o remueve litio del sistema. En el caso del LCO, se han observado diversas transiciones de fase al remover litio, estas son: a) Para $0.95 \leq x \leq 1$, una única fase semiconductora rica en litio con estructura hexagonal; b) Para $0.75 \leq x \leq 0.94$, coexistencia de dos fases equisimétricas con estructura hexagonal, una rica en litio (semiconductor) y otra pobre en litio (metal). A pesar de que el LCO ha sido el electrodo más usado en baterías, debido principalmente a la facilidad con la que el litio se intercala o se remueve del sistema, la investigación se ha centrado en mejorar la eficiencia del material y se ha prestado menor atención a comprender cuál es el mecanismo detrás de la transición metal-aislante de Mott. En el caso del MoS_2 , la intercalación de litio favorece, por un lado, el desacoplamiento de las capas superficiales del volumen y, por otro, una transición de fase aislante-metal asociada a un cambio de fase estructural (trigonal a octaédrico). Entre otros, el método con mejores resultados para sintetizar la fase metálica consiste en la exfoliación ultrasónica en un medio líquido rico en litio. Por otra parte, se ha teorizado que el mismo proceso puede tener lugar sobre MoS_2 crecido en sustrato al adsorberse litio. La adsorción facilita la penetración de litio en la estructura cristalina. De este modo, la energía de formación de la fase metálica se reduce a ≈ 2 meV, estabilizando su formación a temperaturas accesibles y en un entorno de trabajo cercano al de las aplicaciones mencionadas.

En ambos ejemplos la interacción del alcalino modifica electrónicamente la naturaleza electrónica del cristal. Es, pues, indispensable el uso y desarrollo de técnicas que permitan dar cuenta de dichos fenómenos. Para ello, en esta tesis se empleará la fotoemisión resuelta en ángulo (ARPES) en estaciones de sincrotrón y se pondrá a punto un novedoso sistema de fotoemisión inversa resuelto en espín (IPES). De la mano de ambas técnicas es posible resolver las bandas de los estados ocupados y desocupados, y, en definitiva, obtener una descripción completa de la estructura electrónica y sus cambios.

Materiales basados en grafeno y fenómenos magnéticos aplicados al desarrollo de sensores de gases

Peña Moreno, Álvaro
Instituto de Magnetismo Aplicado (Universidad Complutense de Madrid)

Por un lado, se presentará un sensor de NO_2 con grafeno de pocas capas como material sensible, este material se ha obtenido por un método novedoso de molienda mecánica. Este dispositivo ha demostrado ser capaz de detectar cantidades mínimas del analito (< 1 ppm) con poca o nula interferencia de gases como el NH_3 o el vapor de agua. Se expondrán método de síntesis, montaje experimental y mecanismo de funcionamiento (cambios en la conductividad).

Por otro lado, se hablará acerca del uso de fenómenos magnéticos, como la resonancia magnetoelástica, en su aplicación para el desarrollo de sensores de gases.

Ambos aspectos se enmarcan en un proyecto donde colaboran investigadores del IMA (UCM) y CSIC para el desarrollo de sensores de gases en aplicaciones biológicas.

Mechanism of strand displacement DNA synthesis mediated by coordinated activity of human mitochondrial DNA polymerase and SSB

Plaza García-Abadillo Ismael
Molecular Motors Manipulation Lab, IMDEA Nanociencia (Madrid)

Mitochondrial DNA polymerase gamma (PolG) exhibits a robust strand displacement activity, which allows it to synthesize DNA at the replication fork. This activity is, however, inhibited by its exonuclease activity (*exo*). Therefore, at the fork junction, modulation of the *pol-exo* balance of PolG by other components of the replisome, such as the single-stranded DNA binding protein (mtSSB), is required to promote efficient DNA synthesis. Here, we used optical tweezers to quantify, in a single-molecule manipulation assay mimicking the leading strand synthesis, the strand displacement mechanism of PolG, and its modulation by the *exo* contribution and SSB binding to the displaced strand.

Spikes en el campo geomagnético: el caso de la Levantine Iron Age Anomaly

Rivera Pérez, Pablo
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

La LIAA ('Levantine Iron Age Anomaly') es una variación rápida del campo geomagnético de decenas de años, descubierta por Shaar et al. (2016, 2017) en la región de Levante y caracterizada por altas intensidades y momento dipolar axial en torno a $140Z_{Am}^2$. Ha sido registrada por datos arqueomagnéticos procedentes de Europa del Este y Oriente Próximo, localizándola temporalmente entre 1050 AC y 700 AC. Geométricamente la LIAA se relaciona con una gran anomalía positiva del campo geomagnético (spike) en la superficie de la Tierra. Siguiendo los trabajos de Davies y Constable (2017), intentamos analizar la LIAA y su movimiento con un modelo arqueomagnético realista. Este estudio previo indica que la LIAA es una anomalía geomagnética con pequeña longitud de onda y por tanto relacionada con armónicos de grado superior a $n=20$. Sin embargo, nuestros resultados basados en una base de datos paleomagnética actualizada, indica que la LIAA puede estar caracterizada por longitudes de ondas más grandes y por tanto definida por grados armónicos más bajos de los esperados ($n=3-7$).

En este trabajo también se propone un modelo global que muestre la existencia y evolución de una estructura como la LIAA. Este modelo propuesto consiste en utilizar un modelo base al que se le añade una perturbación en forma de función 'pincho' en su componente radial para ajustar los datos de intensidad en superficie.

Análisis 3x2pt de cartografiados de galaxias para el estudio de la energía oscura

Sánchez Cid, David
Grupo de Cosmología Observacional (CIEMAT)

Los cartografiados de galaxias actuales, como el Dark Energy Survey, barren grandes áreas del cielo observando las posiciones, las formas y otras propiedades de cientos de millones de galaxias. Gracias a estas medidas podemos determinar las propiedades de la energía oscura. Para ello se utiliza el análisis 3x2pt que combina las funciones de correlación a dos puntos de posición-posición, posición-forma y forma-forma a diferentes desplazamientos al rojo.

Las siguientes generaciones de cartografiados obtendrán nuevas medidas de mayor precisión, ya que combinan mejores telescopios e instrumentos con mayor tiempo de observación. En esta presentación se muestra el estado actual del conocimiento de la energía oscura obtenido con estas técnicas.

Estudio de la naturaleza de estructuras situadas en La Región del Polo Norte de Marte a través de los datos, Digital Terrain Models (DTM) obtenidos por Mars Express, Mars Reconnaissance Orbiter y Mars Global Surveyor

Sánchez-Bayton Sánchez, Marina
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica
(Universidad Complutense de Madrid)

En esta ponencia se presentará el estudio sobre el polo norte de Marte que se está realizando en el marco de la tesis doctoral. El objetivo de este estudio es investigar diferentes aspectos del polo norte de Marte que son importantes para entender la evolución de la zona, así como el papel jugado por la presencia de agua en ella. Para ello, se han utilizado diferentes medios de análisis geofísico, que son las herramientas actualmente disponibles para estudiar la formación, estructura y evolución geodinámica del Planeta.

En este estudio que constituye la primera parte de la Tesis, hemos realizado una compleja y completa investigación de la morfología de una amplia zona circumpolar norte de Marte. Se han analizado y clasificado 200 accidentes geográficos en función de sus características y posibles naturalezas, incluyendo naturalezas volcánicas, modeladas por la erosión del viento o zonas de impacto meteorítico. Todas estas estructuras son de pequeño o mediano tamaño (de 4 a 3698 km²), y han ayudado a entender cuál ha sido el proceso formativo y evolutivo de esta zona que es considerada la más joven del planeta Marte.

Anomalous Higgs boson decays and couplings in 13 TeV pp collisions with Run II data

Urda Gómez, Lourdes
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

The Compact Muon Solenoid (CMS) is a multipurpose particle detector at the Large Hadron Collider (LHC) at CERN in Geneva, Switzerland. The main goal of the LHC is to explore physics at TeV scale by colliding protons or heavy nucleus. The CMS detector is composed of several subdetectors forming a cylindrical structure along the beam axis. Among the subsystems designed to measure the energy and momentum of the products of the collisions, CIEMAT is in charge of the Muon chambers: the most external layer of the detector. We are responsible for their construction, operation, and maintenance. During the current 2-year technical shutdown of the LHC, the Muon chambers are being upgraded to fulfill the technological requirements for the next phases of the accelerator. The proper calibration of the data acquisition system of the muon chambers is being developed and coordinated by CIEMAT along with other European institutions.

The Higgs boson discovery in 2012 completed the Standard Model (SM) of Particle Physics developed in stages throughout the latter half of the 20th century. Since then, physicists have been studying closely the Higgs boson particle searching for new physics beyond the Standard Model (BSM). Two different approaches which search for BSM physics in the Higgs sector will be presented. The first one focuses on Lepton Flavor violation (LFV) in Higgs Boson decays into a pair of different flavor leptons. Within the SM limits, lepton flavor is always conserved which means that any interaction that occurs preserves the flavor of leptons that are involved in the exchange. Nevertheless, experimental observations in the flavor sector show that this does not always happen. With the current LHC dataset, no significant excess has been found in this LFV Higgs search, and the results are interpreted in terms of upper limits on lepton-flavor violating branching fractions of the Higgs boson. The second analysis studies anomalous couplings of the Higgs boson. The study focuses on the Higgs production channel in association with W or Z bosons in which the Higgs decays into a pair of W bosons and the V boson decays hadronically into a boosted jet with its corresponding substructure. We search for a deviation with respect to the SM prediction of the Higgs coupling to the W boson which would imply new physics BSM.

Explotación científica de TESS, Kepler y K2: El potencial de la rotación estelar y los sistemas binarios en la estimación de edades en el Universo

Álvarez Saavedra, Alberto
Centro de Astrobiología (CAB, INTA-CSIC)

La edad es uno de los parámetros más fundamentales a la hora de entender la naturaleza y evolución de gran cantidad de objetos y fenómenos astrofísicos. Sin embargo, no puede medirse como tal, sino estimarse a través de otras propiedades de los objetos, dependiendo por tanto de modelos previamente calibrados, lo que arrastra a menudo grandes incertidumbres que limitan nuestra comprensión. Resulta fundamental desarrollar una escala universal de edades medidas con gran precisión. Esta tesis se enmarca en el contexto del proyecto CHRONOS, que aspira a desarrollar dicha escala mediante la convergencia de varios métodos complementarios.

Las asociaciones de estrellas, como cúmulos abiertos y 'Moving groups', son las anclas fundamentales de este proyecto. Dada la naturaleza coetánea de sus miembros, compartiendo una serie de propiedades como composición y edad, amplían notablemente las posibilidades a la hora de estimar edades frente a estrellas de campo. Tres métodos de estimación en cúmulos son el eje de esta tesis: ajuste de isócronas, girocronología y caracterización detallada (masas y radios) de sistemas binarios. Los dos últimos se benefician especialmente de la explotación de misiones científicas prolíficas como TESS, Kepler y K2, que han enriquecido a la comunidad científica con grandes cantidades de series temporales fotométricas aprovechables no solo para la búsqueda de exoplanetas, sino de binarias eclipsantes y la determinación precisa de periodos de rotación. En esta ponencia me centraré en explicar la aplicación de estos métodos estimativos a un cúmulo abierto en particular para ofrecer nuevas estimaciones de su edad, así como los progresos realizados hasta la fecha en la tesis para abordar otras asociaciones estelares a partir de las herramientas comentadas.

The lithium-rotation connection in the M35 open cluster

Cuenda Muñoz, Diego
Centro de Astrobiología (INTA-CSIC)

Lithium is a fragile element and it is destroyed over time at the base of the convective envelope of G and K stars. One corollary is that the abundance of this element is used as one of the best age indicators for these spectral types. However, it has been demonstrated that rotation plays an important role in this process. Evidences of this connection were already found early in the 90s, when it was discovered that fast rotators on the zero-age main sequence were lithium-rich compared to slow rotators. Different explanations have been proposed to account for this relationship, but even nowadays it is not completely understood.

In order to shed more light in this issue, we have investigated how lithium depletion is affected by rotation in members of the M35 open cluster. To achieve this goal, we have taken advantage of light curves measured as part of Kepler's second mission (K2) as well as lithium equivalent widths and rotational periods published in several papers. As a result, we have confirmed that the lithium-rotation connection found in this cluster follows the results already observed in other clusters and associations.

Study of the Milky Way Halo using the OAJ surveys

Domínguez Fernández, Alejandro J.

Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA)

El halo de la galaxia atesora información crucial para entender la historia singular de fusiones (mayores y menores) y evolución secular seguida por la Vía Láctea, al igual que aporta indicios de cómo se han desarrollado estos procesos en el resto de galaxias. En este proyecto de tesis, se aborda el estudio del halo empleando datos fotométricos de los cartografiados de gran área de última generación desarrollados en el Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ) y utilizando como trazadoras del halo dos poblaciones de estrellas, las estrellas azules de la rama horizontal (BHB) y las estrellas radialmente pulsantes de tipo RR Lyrae, que debido a sus propiedades fundamentales pueden ser consideradas como candelas estándar. En esta charla, expondré los primeros resultados obtenidos a partir del estudio de las estrellas azules de la rama horizontal utilizando los datos del cartografiado J-PLUS (Javalambre Local Universe Survey), que dispone de información en 12 filtros ópticos y cuya segunda publicación de datos comprende más de 2000 grados cuadrados de cielo.

Phase spirals in cosmological simulations of Milky Way sized galaxies

García-Conde Navarro, Begoña

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica

The Gaia DR2 revealed several substructures in the phase space of the Milky Way's disk. It is still under debate whether these features, such as the phase spirals in the Z-Vz plane, are caused by external or internal perturbations, or a combination of both. Here we present a novel study of the properties of the phase spirals observed in cosmological simulations in which we analyse GARROTXA, that combines the N-body algorithms with hydrodynamical techniques. Despite being more complex compared to isolated models, it allow us to study how different perturbative phenomena (including multiple external perturbers) affect the stellar phase space in the galactic disk over its whole lifetime. We use Fourier mode amplitudes to find and characterize the phase spirals as a function of time and space automatically and relate them to other galaxy evolution processes. We see phase spirals in cosmological simulations for the first time, they have various morphologies and appear throughout the whole disk and almost at all times.

Estudio bidimensional de las propiedades físicas de galaxias enanas con formación estelar

Herrero Sinovas, Pilar

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid

La tesis se centra en el estudio de galaxias enanas locales con alta formación estelar a partir de datos obtenidos con espectroscopía IFU con el objetivo de estudiar sus propiedades físicas en dos dimensiones y su historia de formación estelar.

Durante la primera fase de la tesis se estudia la galaxia BCG (Blue Compact Galaxy) UCM1612+1308, la cual ha sido seleccionada por tratarse de la galaxia más compacta de la Exploración de la Universidad Complutense de Madrid.

Las galaxias BCG han cobrado especial interés por considerarse galaxias similares a las primeras que se formaron en el universo. Son galaxias de pequeño tamaño, con alta tasa de formación estelar, y baja metalicidad.

La galaxia UCM1612+1308 ha sido objeto de estudios anteriores, siendo éste el primer estudio realizado con espectroscopía IFU (MEGARA). Esto nos permitirá obtener datos en 2D de las líneas de emisión, así como de su cinemática, siendo el objetivo final el estudio de la historia de formación estelar.

Por otro lado, la segunda fase de la tesis se centra en galaxias enanas candidatas a emisoras Lyman continuo (LyC leakers).

El análisis de estas galaxias constituye uno de los principales métodos para el estudio de la formación de galaxias durante la época de la reionización. Sin embargo, su detección resulta complicada, así como el poder asegurar de que se trate de galaxias análogas a aquellas que reionizaron el universo.

A lo largo de la tesis se pretende obtener datos espectroscópicos (PPAK) de un conjunto de galaxias enanas locales identificadas como LyC leakers. Esta selección llevada a cabo en estudios anteriores se basa en simulaciones hidrodinámicas cosmológicas y en datos obtenidos en infrarrojo lejano. Nuestro objetivo es obtener la distribución espacial 2D de las propiedades físicas de estas galaxias y comprobar su estado de LyC-leakers.

Explotación científica innovadora de telescopios Cherenkov: Interferometría de Intensidad

Jiménez Martínez, Irene

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

Los IACTs (Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes) son telescopios dedicados a observar Cascadas Electromagnéticas Extensas. Dichas cascadas producen luz Cherenkov, que es un tipo de radiación electromagnética que se produce cuando una partícula cargada se mueve a través de un medio dieléctrico a una velocidad mayor que la de la luz en dicho medio. La caracterización de dicha luz Cherenkov producida por cada Cascada Electromagnética Extensa nos permite reconstruir y estudiar la naturaleza, dirección y energía de la partícula primaria.

Las características técnicas de los IACTs necesarias para esta caracterización (grandes superficies reflectoras, sensibilidad a fotones individuales, resolución temporal del orden de los nanosegundos), así como el hecho de que los IACTs actúan en estereoscopia, con grupos de telescopios situados a distancias del orden de 100 m, los hacen adecuados para explotar técnicas interferométricas para realizar observaciones en el óptico.

Es por esto que se ha instalado un equipo que transforma los telescopios MAGIC en un telescopio óptico con una resolución angular equivalente a un telescopio de casi 100m de diámetro. En 2019 dicho equipo vio su primera luz, demostrando ser capaz de medir fluctuaciones coherentes de intensidad para tres estrellas de ~ 0.7 milisegundos de arco. Desde entonces, se ha mejorado el hardware para llevar a cabo una campaña a gran escala que pretende conseguir medir el diámetro de decenas de estrellas con diámetros angulares entre 0.01 hasta ~ 3 milisegundos de arco en la banda azul.

La complejidad química en núcleos preestelares

Megías Toledano, Andrés

Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)

Las observaciones astronómicas del medio interestelar durante las últimas décadas han revelado la presencia de moléculas orgánicas de diversa complejidad, desde compuestos como el metanol (CH_3OH) o el benceno (C_6H_6) hasta moléculas tan grandes como los fulerenos (C_{60}). Algunas de estas moléculas podrían haber sido precursoras de los compuestos prebióticos que dieron lugar a la vida en la Tierra, aunque todavía no se sabe con certeza en qué momentos pueden crearse a lo largo del proceso de formación de un sistema planetario.

En esta charla será presentado un barrido espectroscópico en longitudes de onda centradas en la ventana atmosférica a 3 mm de un núcleo preestelar joven, L1517B, con el objetivo de determinar la presencia de moléculas orgánicas complejas y comparar su nivel de complejidad química con la de otros núcleos preestelares más evolucionados. En primer lugar se describirá la creación de un código informático para el procesado automático de la reducción de los espectros obtenidos con la antena única de 30 m de diámetro de IRAM. También se explicará la identificación de los compuestos orgánicos y la estimación de sus abundancias y su temperatura de excitación por medio de un ajuste de las líneas espectrales observadas, gracias al programa MADCUBA. Por último, se comentarán algunas previsiones para estudios futuros.