

Jornadas de Doctorandos 2019-20

Sesión de diciembre

Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

*Sala de Grados
Facultad de Ciencias Físicas
11-12 de diciembre de 2019*

Ponentes

Programa de Doctorado en Física	
Alshalawi, Dhoha	Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM-ADIF CSIC)
Arché-Núñez, Ana	Instituto Madrileño de Estudios Avanzados
Bolgiani, Pedro	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Boyanov Savov, Valentin	Física Teórica e IPARCOS (UCM)
Casado Turrión, Adrián	Física Teórica (UCM)
Fernández González, Claudia	Instituto Madrileño de Estudios Avanzados
Gainza Martín, Javier	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)
García Carrión, Marina	Física de Materiales (UCM)
González-López, Alicia	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
López Sánchez, Carolina	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Moreno Casares, Pablo Antonio	Física Teórica (UCM)
Muralidharan, Geethikar	Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC)
Pérez Benito, Óscar	Óptica (UCM)
Pérez de Rada Fiol, Alberto	Unidad de Innovación Nuclear (CIEMAT)
Salas Bernárdez, Alexandre	Física Teórica e IPARCOS (UCM)
Terente Díaz, José Jaime	Física Teórica (UCM)
Vázquez López, Antonio	Física de Materiales (UCM)
Vera García, Arturo	Instituto Madrileño de Estudios Avanzados
Vioque Rodríguez, Andrea	Física Teórica (UCM)

Programa de Doctorado en Astrofísica	
Baquero Larriva, Andrés	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)
Canet Varea, Ada	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
García Argumánez, Ángela	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Gómez Garrido, Miguel	Observatorio de Yebes (Instituto Geográfico Nacional)

JORNADAS DE DOCTORANDOS. 11 y 12 de diciembre de 2019
Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

Miércoles 11		Jueves 12
09:30-09:45	Charla informativa sobre procedimientos y plazos Vicedecano de Investigación y Doctorado	Boyanov Savov, Valentin
09:50-10:05		Casado Turrión, Adrián
10:10-10:25		Moreno Casares, Pablo Antonio
10:30-10:45	Alshalawi, Dhoha	Salas Bernárdez, Alexandre
10:50-11:05	Arché-Núñez, Ana	Terente Díaz, José Jaime
11:10-11:25	Fernández González, Claudia	Vioque Rodríguez, Andrea
11:30-11:45	Gainza Martín, Javier	Bolgiani, Pedro
11:45-12:05	Receso	
12:05-12:20	García Carrión, Marina	González-López, Alicia
12:25-12:40	Vázquez López, Antonio	López Sánchez, Carolina
12:45-13:00	Vera García, Arturo	Baquero Larriva, Andrés
13:05-13:20	Muralidharan, Geethikar	Canet Varea, Ada
13:25-13:40	Pérez Benito, Óscar	García Argumánez, Ángela
13:45-14:00	Pérez de Rada Fiol, Alberto	Gómez Garrido, Miguel

RESÚMENES DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN FÍSICA

Synthesis and Controlling Morphology of Perovskite Oxide Nanoparticle Material LaFeO₃

Alshalawi, Dhoha

Instituto de Magnetismo de Aplicado, UCM-ADIF-CSIC, Las Rozas, Spain

Perovskite compound of Lanthanum Ferrite LaFeO₃ has important technology applications such as gas sensors. The nanoparticles LaFeO₃ has been synthesized using molten-salts and sol-gel methods. The size, phase purity, and morphology were controlled by modifying the synthesis conditions. The main purpose of synthesizing this material is to investigate the morphology, structural and magnetic properties of the nanoparticles. Also, to study the effect on the nanoparticle surface and the exchange bias of this antiferromagnetic material, where ferromagnetic like-shell surrounds the antiferromagnetic core.

Pure perovskite phases of LaFeO₃ were obtained by molten salt method at 650 °C during 2 h with 28 nm size and with 22 nm size by sol-gel method at 600 °C during 2 h. The samples were characterized and analyzed by the X-ray diffraction patterns, TEM, EDX, and TG. The magnetic properties of the LaFeO₃ nanoparticles were measured at 5 and 300 K showing ferromagnetic and antiferromagnetic properties.

Fabricación de electrodos afilados nanoestructurados para medidas intracelulares en neuronas

Arché-Núñez, Ana

Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA Nanociencia), Madrid

La técnica del patch-clamp sirve para medir la actividad eléctrica de las neuronas a través de su membrana celular. Esta técnica permite medir las propiedades eléctricas de una neurona usando un electrodo situado en el interior de una pipeta llena de medio, pero este sistema produce fugas e intercambio de medios alterando la funcionalidad de la neurona. Con la intención de prevenir este tipo de problemas y reducir el daño producido a la neurona, estoy diseñando y fabricando un electrodo microafilado de superficie nanoestructurada recubierta por nanohilos metálicos.

Para poder desarrollar este trabajo, a partir de un protocolo desarrollado por el grupo del laboratorio, he estado fabricando y caracterizando interfaces neuronales en geometría plana. Este proceso está basado en la técnica de electrodeposición asistida por membrana. De esta forma, obtenemos un electrodo plano sobre el cual se sustentan verticalmente los nanohilos metálicos. Además, analizamos la biocompatibilidad de estas muestras en estudios *in vitro*. Una vez dominado el procedimiento, estoy aplicando algunas de estas metodologías para una geometría cónica. Otras técnicas que requiere este electrodo sólido, metálico y afilado son el electroafilado y el aislamiento parcial del electrodo. Con esta nueva geometría, queremos conseguir electrodos afilados con algunos nanohilos en la cima de su extremo. Así, esperamos poder acceder al interior de la neurona y poder hacer estudios de electrofisiología evitando el intercambio de medios y, por lo tanto, la modificación de funciones neuronales. Además, esperamos reducir la invasividad respecto a la actual consiguiendo alargar el tiempo de vida de las neuronas y como consecuencia, el tiempo de medida.

Modelización numérica de eventos meteorológicos adversos para la seguridad aeronáutica

Bolgiani, Pedro
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

Algunos fenómenos meteorológicos suponen un riesgo importante para la operación de aeronaves. El pronóstico de dichos fenómenos todavía dista de ser suficientemente preciso más allá del nowcasting. Sin embargo, los avances en modelos numéricos permiten mejorar la predicción meteorológica orientada a la seguridad aeronáutica. Entre las amenazas en las que se trabaja actualmente podemos encontrar precipitación severa, engelamiento y microburst.

Realizando simulaciones de alta resolución espaciotemporal se comprueba que el modelo Weather Research and Forecasting es capaz de reproducir los microbursts de alta reflectividad. Las características principales de dicho fenómeno se capturan correctamente, aunque existe una tendencia a infraestimar las intensidades. Así mismo, se pueden observar diferencias entre diferentes parametrizaciones microfísicas y de capa límite planetaria. Los resultados actuales permiten considerar viable el pronóstico a corto plazo de estos eventos.

Polarización de vacío y colapso gravitatorio regular

Boyanov Savov, Valentin
Departamento de Física Teórica e IPARCOS (UCM)

El objetivo general de la tesis es utilizar la teoría de gravedad semiclásica (Relatividad General con campos cuánticos en espacio-tiempos curvos) para revisar el proceso de formación de agujeros negros y estudiar la posibilidad de la formación de estrellas ultracompactas (estrellas observacionalmente similares a agujeros negros).

Para ello usamos las técnicas de cálculo de la teoría cuántica de campos en espaciotiempos curvos. Particularmente, trabajamos con un campo de prueba escalar libre en geometrías con simetría esférica. Gracias a dicha simetría, podemos simplificar el problema reduciendo dimensionalmente a 1+1 dimensiones (radial y temporal) y calcular una aproximación al tensor de energía-momento renormalizado, asociado al contenido energético del vacío cuántico. Además, hacemos uso de la “función de temperatura efectiva” (una generalización de la temperatura de Hawking) entre dos vacíos cuánticos distintos para analizar el flujo de radiación cuántica producida en los procesos de colapso dinámicos.

Melting the chiral condensate with the Unruh thermal bath

Casado Turrión, Adrián
Departamento de Física Teórica (UCM)

The possibility of triggering the QCD phase transition using the Unruh effect is considered. We use Chiral Perturbation Theory at leading order and the large N limit (with N being the number of pions) as an effective description of low-energy QCD, and the Thermalization Theorem to compute the relevant partition function. In complete analogy with the inertial, finite-temperature case, we obtain that chiral symmetry is restored for uniformly accelerated observers with acceleration a larger than the critical value $a_c = 4\pi f_\pi$, with f_π being the pion decay constant.

Nanohilos magnéticos para aplicaciones en nanomagnetismo y espintrónica

Fernández González, Claudia
Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA Nanociencia), Madrid

Las propiedades magnéticas de nanohilos metálicos dependen de su composición, diámetro y longitud por lo que pueden controlarse durante el proceso de crecimiento. Esto hace que, en los últimos años, este tipo de nanoestructuras haya sido ampliamente utilizada en distintas ramas de la nanotecnología, como la espintrónica, el desarrollo de dispositivos multifuncionales y la tecnología biomédica. En mi tesis doctoral utilizo la electrodeposición asistida por plantilla nanoporosa para fabricar este tipo de nanohilos. La utilización de plantillas de alúmina, sintetizadas previamente en un proceso de anodización, permite controlar tanto las propiedades de nanohilos individuales como de matrices de nanohilos.

En estas jornadas presentaré los resultados obtenidos hasta la fecha en el control de las características de las matrices de alúmina, así como la utilización de las mismas para fabricar nanohilos ferromagnéticos con procesos de imanación controlados. Por último, mostraré un protocolo diseñado en el laboratorio que puede permitir el escalado hasta un nivel pre-industrial de la producción de nanohilos.

Chalcogenides and skutterudites as thermoelectric materials: Structural information and improvement of thermoelectric properties

Gainza Martín, Javier
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC) y
Departamento de Física de Materiales (UCM)

Thermoelectric materials are outstanding to transform temperature differences directly and reversibly into electrical voltage. Exploiting waste heat recovery as a source of power generation could help to move towards an energy sustainability future. Thermoelectric materials are characterized by the thermoelectric figure of merit, $ZT = \frac{\sigma S^2}{\kappa} T$, combining into a dimensionless number the Seebeck coefficient, S , the electrical conductivity, σ , the thermal conductivity, κ , and the absolute temperature, T .

SnSe semiconductor was identified, in single-crystal form, as a mid-temperature thermoelectric material with record high figure of merit, high power factor and surprisingly low thermal conductivity. In bulk, a further reduce of this thermal conductivity can be achieved by nanostructuring and, at the same time, doping can be used to increase σ , so the ZT value could be improved compared to the pure tin selenide.

CoSb₃ skutterudites are tellurium- and lead-free materials with a complex CoAs₃-like structure and promising thermoelectric properties. Pristine CoSb₃ and filled skutterudites R_xCo₄Sb₁₂ (R = K, Sr, La, Ce, Yb, Mm) (Mm=La+Ce) have been synthesized and sintered in one step under high-pressure conditions at 3.5 GPa in a piston-cylinder hydrostatic press. We have characterized the structural properties of the reaction products by synchrotron x-ray diffraction and high resolution TEM.

Materiales compuestos basados en óxido de galio

García Carrión, Marina
Departamento de Física de Materiales (UCM)

En los últimos años se ha visto incrementado el estudio de nuevos materiales para aplicaciones en energía. Uno de los materiales semiconductores más estudiados actualmente con ese objetivo es el óxido de galio. Sus características, como son su banda de energía prohibida (*band gap*) muy ancha y el campo de ruptura (*breakdown field*), le aportan ventajas sobre otros materiales funcionales a la hora de utilizar ciertas propiedades ópticas y electrónicas por medio del diseño de defectos.

Este trabajo se estructura en dos líneas de investigación. Una de ellas es el estudio de nanocristales de dos fases de óxido de galio, β -Ga₂O₃ y γ -Ga₂O₃, obtenidas mediante síntesis química. La primera fase, beta, es muy conocida desde hace varias décadas por ser la más estable de las fases cristalinas de este compuesto. Investigar las propiedades de la fase gamma a nanoescala es de gran importancia para entender sus características únicas para potenciales aplicaciones en energía. La otra línea de investigación se enfoca en la serie homóloga Na_xGa_{4+x}Ti_{n-4-x}O_{2n-2} (beta-galia-rutilo, $x \approx 0.7$, $n > 4$). En este trabajo se han sintetizado los tres primeros términos de la serie, $n = 5, 6$ y 7 . Este material resulta del intercrecimiento ordenado de unidades β -Ga₂O₃ (tetraédricas y octaédricas) con unidades octaédricas de TiO₂, dando como resultado una estructura cristalina con túneles definidos a lo largo de una dirección cristalográfica. Esta característica lo convierte en un material con gran potencial para aplicaciones de conducción iónica, entre otras. En este trabajo, además de la síntesis de los materiales mencionados, se ha llevado a cabo el estudio experimental de sus propiedades luminiscentes así como de su estructura cristalina y su morfología. Tanto el *band gap* como las bandas de luminiscencia de los tres términos beta-galia-rutilo han mostrado interesantes propiedades mediante técnicas de luminiscencia. Las nanopartículas de óxido de galio se han implementado en PEDOT:PSS, material orgánico base para la fabricación de placas solares híbridas, caracterizando las propiedades optoelectrónicas de dicho *composite*.

Decaimiento e impulsos del campo magnético terrestre

González-López, Alicia
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

Una de las principales características del campo magnético terrestre de origen interno es su variabilidad temporal. La intensidad del campo magnético en los últimos miles de años ha mostrado en igual medida periodos de crecimiento y decrecimiento. Sin embargo, actualmente se observa una caída continuada de la componente dipolar, que contribuye alrededor de un 90 % al campo principal, lo que ha suscitado la pregunta de si podría estar encaminándose el campo magnético terrestre a un proceso de inversión o excursión.

En este trabajo, nos hemos centrado en el análisis de las variaciones temporales de la componente dipolar en los últimos 10.000 años. Hemos seleccionado cuatro reconstrucciones paleomagnéticas del campo (SHA.DIF.14k, CALS10k2, BIGMUDI4k, SHAWQ2k) a las que hemos aplicado tres técnicas típicamente utilizadas en el tratamiento de señales: a) la transformada de Fourier para identificar posibles periodos característicos en los últimos 10.000 años; b) el método *Empirical Mode Decomposition* (EMD) para separar en larga y corta longitud de onda; y c) un análisis *wavelets* para conocer cómo están distribuidos a lo largo de la ventana temporal estos periodos característicos. Los resultados del análisis para la corta longitud de onda indican la existencia de un periodo de entre 700 - 800 años recurrente en casi los 10.000 años. La tendencia de largo periodo se ha ajustado a procesos de carga y descarga, obteniendo tiempos característicos coherentes con lo establecido en la teoría de la dinamo, del orden de 10.000 años. Por último, hemos comparado la variación secular actual con la observada antes de la última inversión de polaridad, hace 780 mil años, con la intención de arrojar más luz a la pregunta abierta: ¿está cerca una inversión de polaridad?

Estimation of radiated seismic energy for deep earthquakes

López Sánchez, Carolina
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

The occurrence of deep earthquakes ($h > 300$ km) is explained in terms of subduction zones. However, the existence of a nest of such very deep foci beneath the South of Spain represents a special case. In this region, five very deep earthquakes ($h \approx 650$ km) with magnitudes between 4.4 and 7.8 have occurred from 1954. The most recent one was on 11th April 2010, with a depth of 623 km and a M_w magnitude of 6.2. In this study, we estimate its radiated seismic energy (E_s) in order to understand the rupture process. We study the 2010 Spanish deep earthquake and compare its E_s with those obtained for other deep earthquakes that occurred in different typical subduction regions in 2018.

The method that we have used is based on the direct integration of the P wave. We have selected seismograms recorded at teleseismic and regional distances, and corrected them by the geometrical spreading, attenuation, radiation pattern and effect of the free surface. For the Spanish earthquake we have used focal mechanism obtained on previous studies and for the Peru-Brazil earthquakes we have estimate the focal mechanism from inversion of body waves. For the 2010 Spanish deep earthquake, we have obtained energy values ranging from $3 \cdot 10^{12}$ J to $8 \cdot 10^{14}$ J, with an average value of $(7.9 \pm 1.7) \cdot 10^{13}$ J, for teleseismic distances and $7 \cdot 10^{12}$ J to $2 \cdot 10^{14}$ J, with an average value of $(4.6 \pm 0.9) \cdot 10^{13}$ J, for regional distances. These values have been compared with those obtained for the recently earthquakes occurred on Peru-Brazil (24th August 2018), with an average value of $(5.9 \pm 2.3) \cdot 10^{15}$ J, and Fiji-Islands (6th September and 19th August 2018), with an average value of $(1.9 \pm 0.3) \cdot 10^{16}$ J and $(1.3 \pm 0.2) \cdot 10^{17}$, respectively.

A Quantum Interior-Point Predictor-Corrector Algorithm for Linear Programming

Moreno Casares, Pablo Antonio
Departamento de Física Teórica (UCM)

We introduce a new quantum optimization algorithm for dense Linear Programming problems, which can be seen as the quantization of the Interior Point Predictor-Corrector algorithm using a Quantum Linear System Algorithm.

The (worst case) work complexity of our method is, up to polylogarithmic factors, $O(L \sqrt{n(n+m)} \overline{\|M\|_F} \bar{\kappa}^2 \epsilon^{-2})$ for n the number of variables in the cost function, m the number of constraints, ϵ the target precision, L the bit length of the input data, $\overline{\|M\|_F}$ an upper bound to the Frobenius norm of the linear systems of equations that appear, $\|M\|_F$, and $\bar{\kappa}$ an upper bound to the condition number κ of those systems of equations.

This represents a quantum speed-up in the number n of variables in the cost function with respect to the comparable classical Interior Point algorithms when the initial matrix of the problem A is dense: if we substitute the quantum part of the algorithm by classical algorithms such as Conjugate Gradient Descent, that would mean the whole algorithm has complexity $O(L \sqrt{n(n+m)}^2 \bar{\kappa} \log(\epsilon^{-1}))$, or with exact methods, at least $O(L \sqrt{n(n+m)}^{2.373})$. Also, in contrast with any Quantum Linear System Algorithm, the algorithm described outputs a classical description of the solution vector, and the value of the optimal solution.

Concurrent measurement of anterior segment geometry using optical coherence tomography and wavefront aberrations of an accommodating eye

Muralidharan, Geethikar
Instituto de Óptica “Daza de Valdés” (CSIC)

Accommodation is a natural process in young eyes that allows the eye to vary its focus in order to obtain clear retinal images of objects at different distances. During this process crystalline lens changes its shape significantly by the action of ciliary muscle. However, the performance of the lens during the process is not ideal due to accommodation lead/lag and accommodation micro fluctuations leading to defocused retinal image. Thus, along with the geometrical changes in the anterior segment of the eye, the optical quality (Wavefront aberrations) is also altered during accommodation. Hence, it is interesting to understand relationship between the geometrical change of the lens shape and its optical changes during different stages of accommodation. A combination of Swept Source Optical Coherence Tomography system (SSOCT) and Shack–Hartmann wavefront sensor can thereby quantify these changes happening in our eye during accommodation.

The SSOCT system uses a VCSEL 200 kHz wavelength swept laser centered at 1310nm. The theoretical optical axial and transverse resolution (at focus) are 16 μm and 40 μm in air, respectively. The system has an axial range of 15.95mm with 8.3 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ axial resolution. The 15x15 mm scan consists of 300 A scans and 150 B scans acquired in 0.4 s. A Snellen E projected using a picoprojector was used as the fixation stimulus and accommodation was induced with the help of a badal system (0D 1.5D 3D and 4.5D). Custom developed algorithms combined with optical and fan distortion correction allow us to quantify the full crystalline lens shape in vivo. Simultaneous wavefront (WFS) measurements are captured with a Hartmann–Shack wave front sensor (composed by a matrix of 47 \times 35 microlenses) equipped with a high-resolution 1440 \times 1080 pixel CMOS Camera. The eye is illuminated with the help of an 830 nm fiber coupled Super Luminescent Diode (SLD).

Preliminary data from 1 subject was analyzed. From the WFS measurements we found that spherical aberration decreases with increasing accommodative demand (-0.04 $\mu\text{m}/\text{D}$, $R^2=0.94$). From the OCT measurements we saw that the lens thickness (0.05mm/D, $R^2=0.98$) and equatorial plane position (0.03mm/D, $R^2=0.62$) increases with accommodation whereas the anterior chamber depth (- 0.048mm/D, $R^2=0.99$), radius of curvature of anterior (- 0.65mm/D, $R^2=0.84$) and posterior lens (- 0.046mm/D, $R^2=0.50$) and equatorial diameter (- 0.015mm/D, $R^2=0.97$) decreases with increasing accommodative demand. These preliminary results demonstrate the ability to quantify the relationship between the 3D geometrical change of the lens shape and its optical changes during different stages of accommodation, for the first time.

How to measure sub-7 fs laser pulses using clusters of second-harmonic nanoparticles: nano-dispersion-scan

Pérez Benito, Óscar
Departamento de Óptica (UCM)

Ultrashort laser pulses play nowadays a fundamental role in different fields, such as high-energy physics, time-resolved measurements in matter or bioimaging. Hence, a complete characterization of the pulse amplitude and spectral phase is of key importance both to control and to use them in different physical systems.

A recent and especially suitable technique to measure pulses below 10 fs is dispersion-scan (d-scan). Here the spectral phase of the fundamental pulse is modified in a controlled way using a compressor block made of negatively chirped mirrors and a pair of glass wedges. Focusing these series of pulses onto a nonlinear system, for example a second-harmonic (SH) crystal, a set of different SH spectra can be recorded as a function of glass insertion, thus drawing a d-scan trace. Suitable algorithms have been developed to retrieve the spectral phase and the temporal profile of the fundamental pulse from these traces. SH crystals have certain limitations due to phase-matching requirements: they are specific for a certain spectral zone, they must be only several microns thick to be used with broadband pulses, and hence they are expensive.

In this work, we demonstrate that house-made ensembles of commercially available low-cost barium-titanate (BaTiO₃) nanoparticles (NPs) can be employed not only to generate a strong SH signal, but also to record d-scan traces. Due to the size of the nanoparticles, scattering plays an important role in SH generation by adding an incoherent component to the d-scan trace (while bulk crystals, in contrast, generate fully coherent SH signals). We have modified the standard algorithm to calculate the coherent and incoherent contributions to the trace and to deduce the correct pulse duration (known from measurements with a bulk crystal). With this new algorithm, a whole variety of traces differing in the coherent content of the signal could be retrieved, showing the robustness of the measuring and retrieving procedures.

Since NPs are not subject to phase-matching conditions, these results pave the way to using NPs to characterize ultrashort pulses in any spectral range, from the infrared to the ultraviolet, at a very low cost.

Neutron and γ -ray spectroscopy of the $^{85,86}\text{As}$ β -decay

Pérez de Rada Fiol, Alberto
Unidad de Innovación Nuclear (CIEMAT)

In this talk we present the preliminary results obtained on the β -decay experiment performed at the JYFL Accelerator Laboratory, in Jyväskylä, Finland, where the $^{85,86}\text{As}$ nuclei decays were measured. When these neutron-rich nuclei decay, they can populate high energy states of the daughter nuclei that then decay by emitting neutrons, commonly known as β -delayed neutrons. The energy of these neutrons was measured using the MODular Neutron SpectromeTER (MONSTER) and the Time of Flight technique. We also measured the γ -rays using HPGe and LaBr₃ detectors, and the betas using a plastic detector.

Métodos Dispersivos en Física de Partículas

Salas Bernárdez, Alexandre
Departamento de Física Teórica e IPARCOS (UCM)

En esta presentación hablaré brevemente de qué son los métodos dispersivos y cuál es su utilidad en física de partículas. Estos métodos, derivados de postulados tan generales como son la Causalidad y la Unitariedad en Teoría Cuántica de Campos, son capaces de extrapolar las medidas realizadas en aceleradores como el LHC para resolver a partir de qué escala de energía se encuentra la física más allá del modelo estándar en el caso de que exista.

Modified gravity effects on the primordial power spectrum from warm inflation

Terente Díaz, José Jaime
Departamento de Física Teórica (UCM)

In warm inflation, substantial radiation production can occur concurrently with the inflationary expansion. In the strong dissipative regime, the temperature dependent dissipative coefficient leads to the wrong spectral index. An imperfect radiation fluid, via shear effects, can successfully solve that problem, although one needs to resort to weakly interacting fluids. However, certain modified gravity models mimic shear effects. This encourages us to consider an $f(\phi, R)$ theory in warm inflation, and study its effects on the power spectrum of primordial perturbations.

Síntesis y caracterización de nanopartículas dopadas de SnO₂ y TiO₂ y *composites* híbridos para aplicaciones tecnológicas

Vázquez López, Antonio
Departamento de Física de Materiales (UCM)

Los materiales semiconductores de gap ancho como el SnO₂ o el TiO₂ presentan aplicaciones en campos como el almacenamiento de energía. La combinación de estos semiconductores inorgánicos con materiales orgánicos como el PEDOT:PSS (polímero conductor transparente) para formar los denominados *composites* híbridos puede brindar ventajas debido a la sinergia entre estos dos materiales, con aplicaciones en almacenamiento de energía o energía solar.

En este trabajo se han sintetizado nanopartículas de SnO₂ y TiO₂ dopadas con Ni o Li por el método de hidrólisis. También se ha realizado una caracterización de su morfología, entorno químico y composicional con técnicas como DRX (Difractometría de rayos X), TEM (Microscopía electrónica de transmisión) o XPS (Espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X) entre otras, analizando la influencia del dopado en sus propiedades. Después se ha evaluado su aplicabilidad en distintos dispositivos. Combinamos SnO₂ con diversos materiales para formar ánodos en baterías de ion-Litio estudiando su capacidad a lo largo del tiempo (ciclos). Por otro lado las nanopartículas de TiO₂ se han combinado con PEDOT:PSS y se han depositado mediante la técnica de *spin-coating* sobre silicio tipo n para formar uniones p-n híbridas en las que se ha estudiado el tiempo de vida de los portadores de carga y la pasivación de la superficie para su posible implementación en dispositivos híbridos en células solares.

Nuevos dispositivos eléctricos y magnéticos para aplicaciones en tecnología biomédica

Vera García, Arturo
Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA Nanociencia), Madrid

Mi tesis doctoral se enmarca dentro del proyecto ByAxon, dedicado al desarrollo de una nueva interfaz neuronal basada en materiales nanotecnológicos. El fin último de esta interfaz es restaurar la transmisión de señales eléctricas en un paciente con la medula espinal lesionada. Para ello se pretende fabricar un implante activo que pueda funcionar directamente a nivel de la médula espinal, actuando como un bypass local activo. Los enfoques actuales de interfaz neuronal se basan en la detección de potenciales eléctricos a nivel cerebral y / o en la activación de la estimulación eléctrica funcional (FES) a través de electrodos a niveles musculares o de espina dorsal. Sin embargo, estos enfoques presentan inconvenientes, como la gran cantidad de cables y electrodos que requieren y, especialmente, la falta de retroalimentación sensorial. Los últimos dispositivos de detección sin contacto (magneto encefalografía) detectan pulsos de campo magnético generados por potenciales en el cerebro, pero requieren temperaturas criogénicas y, por lo tanto, no son portátiles. Por este motivo ByAxon usará sensores magnéticos para detectar la actividad neuronal en la parte no dañada y electrodos para excitar la parte afectada por la lesión.

En este trabajo presentaré los avances llevados a cabo por el grupo en la detección de señales neuronales mediante sensores magnéticos utilizando sensores basados en magneto resistencia túnel. Dichos campos poseen típicamente una amplitud de entorno 10nT, por lo que su detección supone un desafío tanto a nivel de desarrollo de sensores como de la electrónica que permita discriminar unas señales tan pequeñas. En particular, presentaré el prototipo desarrollado que permite suprimir el ruido electromagnético ambiente que impediría la detección de señales neuronales magnéticas. Dicho prototipo ha sido probado en tejido neural cultivado (*ex-vivo*) y ha permitido obtener medidas de la actividad neural en condiciones de laboratorio y sin apantallamiento magnético. Los resultados obtenidos representan el primer paso hacia el desarrollo de un prototipo final implantable en la médula espinal.

The role of the thermal $f_0(500)$ in chiral symmetry restoration

Vioque Rodríguez, Andrea
Departamento de Física Teórica (UCM)

We analyze the role played by the thermal $f_0(500)$ state or σ in chiral symmetry restoration. The temperature corrections to the spectral properties of that state are included in order to provide a better description of the scalar susceptibility χ_s around the transition region. We use the Linear Sigma Model to establish the relation between χ_s and the σ propagator, which is used as a benchmark to test the approach where χ_s is saturated by the $f_0(500)$ inverse self-energy. Within such saturation approach, a peak for χ_s around the chiral transition is obtained when considering the $f_0(500)$ generated as a $\pi\pi$ scattering pole within Unitarized Chiral Perturbation Theory at finite temperature. That approach yields results complying with lattice data when the uncertainties of the low-energy constants are taken into account. Those uncertainties and the unitarization method are used to check the robustness of this approximation.

RESÚMENES DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN ASTROFÍSICA

Análisis de los primeros datos del telescopio LST1

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

El telescopio LST1 (Large Size Telescope 1) es el primer prototipo de los telescopios de gran tamaño del Observatorio CTA (Cherenkov Telescope Array). Ha sido instalado en la isla de La Palma el año pasado, y se encuentra en su etapa de puesta a punto hasta finales de este año 2019. El LST1 representa un gran avance en Astrofísica de muy Altas Energías, ya que permitirá estudiar fuentes más débiles y que se encuentren a mayores distancias cosmológicas, además de posibilitar el estudio de fuentes transitorias en rayos gamma debido a su velocidad de reposicionamiento y a su bajo umbral energético.

En esta charla presentaré un resumen de la colaboración que he venido realizando dentro de mis estudios de doctorado en este proyecto. Se centran en el desarrollo de la cadena de análisis de los primeros datos del telescopio, el análisis *in situ* y las posibles mejoras en las técnicas de análisis, con la inclusión del tratamiento de las incertidumbres estimadas en el análisis de las imágenes de cascadas atmosféricas.

Lifetime of extended exospheres on Earth-like exoplanets

Canet Varea, Ada
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

The Earth's exosphere is mainly constituted by neutral hydrogen atoms, product of water photodissociation at lower atmospheric layers, and diffused onto the upper atmosphere. Recently, observations of the Earth in the ultraviolet range have shown that our planet's exosphere is much more extensive than previously thought. The presence of these hydrogen rich, extended exospheres on other Solar System planets like Mars or Venus hints that these gaseous envelopes could be a common feature in extrasolar rocky planets around Sun-like stars, those being promising candidates to host water in their lower atmospheres.

The survival of these H-rich exospheres is completely bound to the activity of the host star, where the interplanetary magnetic field carried in the stellar wind may play a fundamental role in the

evolution of the upper atmospheric particles. In order to address these star-planet interactions, we carried out numerical 2.5D MHD simulations using the PLUTO code, to study how the ionized H-rich exosphere of an Earth-like planet evolves with the stellar age (from a very young, solar-like star of 0.1 Gyr to a 5.0 Gyr star), and to measure its lifetime according to the hydrogen density initially present in the planet's exosphere. Our simulations indicate that the ionized component of the H-rich exospheres is quickly swept in all cases, leading to bow shock formation at higher stellar ages. The stellar age-dependent evolution of H-rich atmospheres obtained in this work allows us to determine the optimal targets to observe with future UV instrumentation, in order to detect hydrogen dominated exospheres around rocky exoplanets as a reliable tracer of atmospheric water.

Analysis of the stellar mass assembly of Milky Way-like galaxies in the last 12 Gyr

García Argumánez, Ángela
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

Con el fin de ampliar nuestro conocimiento sobre cómo se forman las galaxias tipo la Vía Láctea, analizamos la distribución espacial de las poblaciones estelares en galaxias masivas ($M_* > 10^{10} M_\odot$) a $z > 1$ observadas en los campos GOODS-N y GOODS-S del Cosmic Assembly Near-infrared Deep Extragalactic Legacy Survey (CANDELS). Los parámetros de las poblaciones estelares son obtenidos en 2D combinando datos fotométricos en un amplio rango de longitudes de onda. Las distribuciones de energía (SEDs) observadas son ajustadas a modelos estelares atenuados por polvo.

Para ello, utilizaremos un innovativo método bayesiano basado en cadenas de Markov Montecarlo (MCMC), desarrollado para combinar datos fotométricos con diferente resolución espacial. Este método se probará en galaxias de la simulación cosmológica Illustris, con el fin de aplicarlo posteriormente a galaxias masivas reales a alto desplazamiento al rojo. La muestra de galaxias será dividida según su actividad (formadoras de estrellas vs. quiescentes) y compacidad (compactas vs. extensas). A fin de proponer una posible conexión evolutiva entre cada tipo de galaxia, se discutirán las diferencias en las Historias de Formación Estelar (SFH) y en la distribución de masa de cada submuestra.

Estudio de capas internas de envolturas circunestelares en estrellas AGB. Variabilidad de máseres de SiO

Gómez Garrido, Miguel
Observatorio Astronómico Nacional – Observatorio de Yebes. (Instituto Geográfico Nacional)

Las estrellas AGB son objetos evolucionados de masas intermedias comprendidas entre 0.5 y 8.0 M_\odot , con intensos procesos de pérdida de masa. El material eyectado forma alrededor de la estrella central una envoltura circunestelar (CE), que es donde tiene lugar la formación de polvo y moléculas. En particular, el SiO se forma en las capas más internas de la envoltura, y por lo tanto, el estudio de esta molécula es una herramienta muy útil para entender la estructura interna y la formación de las CEs. Muchas estrellas AGB son variables de largo periodo, distinguiendo entre variables regulares, semiregulares e irregulares, con periodos entre 100 y 500 días. La variabilidad se observa en todas las longitudes de onda incluyendo los máseres de SiO.

Actualmente, llevamos más de 40 meses monitorizando varias líneas de SiO en 43 Ghz ($\lambda \sim 7$ mm) en un total de 22 objetos. La muestra incluye estrellas AGB, con diferentes tipos de variabilidad, estrellas supergigantes, una estrella carbonada, una región de formación estelar, y un sistema simbiótico. Las observaciones se llevan a cabo durante 24 horas cada 10-15 días con el radiotelescopio de 40m de diametro del Observatorio de Yebes, Guadalajara. Gracias al gran ancho de banda y la sensibilidad del sistema observacional se están estudiando en detalle las transiciones más débiles, que incluyen las especies isotópicas ^{29}SiO y ^{30}SiO . Por otro lado, estamos

estudiando la evolución temporal de los máseres de SiO en escala de tiempo de días en las transiciones $J=1-0$, $J=2-1$ y $J=3-2$, con los radiotelescopios de 40 m en el Observatorio de Yebes y el de 30 m del Instituto de Radioastronomía Milimétrica en Sierra Nevada.
