

Jornadas de Doctorandos 2017-18

Sesión de invierno

Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid

Sala de Grados
Facultad de Ciencias Físicas
18-19 de diciembre de 2017

Lista de ponentes	
Miguel Aparicio Resco	Física Teórica (UCM)
Cristóbal Bordiú	Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)
Jorge Contreras Martínez	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)
Álvaro Díaz Fernández	Física de Materiales (UCM)
Javier Díaz Ovejas	Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)
Daniel Gutiérrez Reyes	Física Teórica (UCM)
Víctor Hernández Elvira	Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes (CIEMAT)
David Hernández Martín	Física de Materiales (UCM)
Fernando Jaime Santero	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Pablo Peñil Del Campo	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Beatriz Rodilla González	Física de Materiales (UCM)
Pedro Roldán Gómez	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
María Taeño González	Física de Materiales (UCM)
Santiago Varona Angulo	Física Teórica (UCM)
Sílvia Viñals i Onsès	Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)
Alberto Zaragoza de Lorite	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (UCM)

	Lunes 18	Martes 19
10:00-10:15	Caracterización de detectores de rayos X de ionización gaseosa y de semiconductor Victor Hernández Elvira	Captura electrónica del 8B a los estados excitados del 8Be Sílvia Viñals i Osès
10:20-10:35	Gravedad Modificada, energía oscura, mapas de galaxias y forecast Miguel Aparicio Resco	Estudios experimentales de la estructura nuclear exótica Javier Díaz Ovejas
10:40-10:55	Estudiando la estructura 3D del proton: Distribuciones dependientes de momento transverso Daniel Gutiérrez Reyes	Innovación y reciclaje de membranas para el tratamiento de aguas residuales y salinas Jorge Contreras Martínez
11:00-11:15	Majorana Fermions from d-Wave Superconductors Santiago Varona Angulo	Simulación de agua TIP4P/2005 confinada entre placas y nanotubos Alberto Zaragoza de Lorite
11:30-11:45	Sintonizando la velocidad de Fermi en materiales de Dirac Álvaro Díaz Fernández	Incertidumbres en la caracterización del clima durante el último milenio Fernando Jaume Santero
11:50-12:05	Memristive ferroelectric tunnel junction David Hernández Martín	Mechanisms and factors contributing to the evolution of hydroclimate during the last millennium Pedro Roldán Gómez
12:10-12:25	Micro y nanoestructuras de NiO y NiO-SnO2 fabricados mediante un método vapor-sólido María Taelño González	Looking for molecular gas around evolved massive stars Cristóbal Bordiú
12:30-12:45	Nano-electrodes for neural electrical activity measurements Beatriz Rodilla González	Study of the Very High Energy gamma-ray emission from blazars with the MAGIC telescopes Pablo Peñil Del Campo

RESÚMENES

Gravedad Modificada, energía oscura, mapas de galaxias y forecast

Miguel Aparicio Resco

La cosmología, entendida como rama de la física moderna, cuenta con tan solo cien años de historia desde su fundación en el contexto de la Teoría General de la Relatividad. Desde entonces las observaciones han ido aumentando a un ritmo vertiginoso, convirtiendo a la cosmología en una ciencia de precisión. Los últimos satélites encargados de medir el fondo cósmico de microondas, WMAP y Planck, así como el análisis de Supernovas Ia, nos han permitido conocer con precisión la composición del universo. Dicha composición requiere del enigmático fluido conocido como energía oscura, cuya dinámica es desconocida. Sin embargo, en los próximos años, las nuevas generaciones de mapas de galaxias (EUCLID, DESI, J-PAS...) nos permitirán conocer mucho más acerca de la energía oscura. En esta charla presentaremos los parámetros de gravedad modificada independientes del modelo y su relación con la energía oscura; a continuación explicaremos los distintos observables de los mapas de galaxias, y por último veremos cómo éstos observables nos permiten restringir los parámetros de gravedad modificada.

Looking for molecular gas around evolved massive stars

Cristóbal Bordiú

Just before exploding as supernovae, many massive stars undergo the luminous variable (LBV) phase, a short period of high instability. LBV stars are stellar "pressure cookers": living close to the Eddington limit, they exhibit strong radiation fields, steady and dense winds and occasional giant eruptions that result in large nebulae of processed material. Despite these harsh conditions, there is evidence for warm molecular gas surviving around several LBVs, usually forming shell-like structures. This molecular material is key to understand the physical mechanisms that drive the latter evolution of massive stars.

The main goal of my thesis is to characterize the interaction between evolved massive stars and their circumstellar material (in terms of energetic outputs, mass-loss rates, etc.). This will contribute to create a more accurate picture of the final stages in the life of massive stars. In this talk I will present the current status of my research, from the initial state-of-the-art review to the preliminary results of the first observations: the detection of several lines of CO and other high-density tracers around the LBV candidate MGE 042.0787+00.5084.

Innovación y reciclaje de membranas para el tratamiento de aguas residuales y salinas

Jorge Contreras Martínez

El objetivo de esta investigación es el reciclaje de membranas desechadas de OI mediante su transformación en membranas para el tratamiento de aguas de distintas procedencias: residuales y salinas. Para ello, se estudiarán dos técnicas de gran interés emergente, donde se emplearán las membranas de OI transformadas: i) ósmosis directa (OD) para el tratamiento de aguas residuales y ii) destilación en membrana (DM) para el tratamiento de disoluciones salinas y salmueras.

Sintonizando la velocidad de Fermi en materiales de Dirac

Álvaro Díaz Fernández

El interés en la física del transporte cuántico ha crecido de manera exponencial en las últimas décadas. Buena parte de esta revolución reside en el potencial de este campo de la ciencia para el desarrollo tecnológico. Sin embargo, el interés fundamental no deja de atraer a físicos de todo el mundo, ya que el control a la carta de este tipo de sistemas ampliaría el horizonte de posibilidades. Entre los parámetros más relevantes para el transporte cuántico se encuentra la velocidad de Fermi, pues son precisamente los electrones cercanos al nivel de Fermi los responsables del transporte. Por otra parte, los novedosos materiales de Dirac, aquellos cuya relación lineal entre la energía y el momento recuerda a la de los fermiones relativistas sin masa predichos por la ecuación del físico británico, están dando lugar a una miríada de propuestas para su uso en la física mesoscópica. Ejemplos conocidos de este tipo de materiales son el grafeno, los nanotubos de carbono y otros materiales topológicos. Existen algunas propuestas con estos materiales cuyo objetivo es, precisamente, la modificación de la velocidad de Fermi. Sin embargo, todas ellas poseen el inconveniente de que es necesario hacer cambios estructurales o configuracionales a la muestra, algo que no es inmediato desde el punto de vista experimental. Por ello, sería deseable encontrar alguna forma externa de lograr esta sintonización. En nuestro trabajo, gracias a la aplicación de campos externos, somos capaces de manipular la velocidad de Fermi de manera sustancial, suponiendo así una alternativa con mayor viabilidad tecnológica respecto de las propuestas anteriores.

Estudios experimentales de la estructura nuclear exótica

Javier Díaz Ovejas

El experimento IS561 sobre 'reacciones de transferencia en la línea de goteo de neutrones con blanco de tritio', realizado en octubre de 2017 en las instalaciones de ISOLDE - CERN, tiene como objetivo poblar estados excitados del ${}^6\text{Li}$ para así estudiar su estructura nuclear (este isótopo exótico presenta una configuración de 2 neutrones en halo, lo que le confiere ciertas propiedades particulares). En la charla presentaré el trabajo llevado a cabo durante mi primer año de doctorado, centrado en la preparación y realización de dicho experimento así como los primeros resultados preliminares obtenidos hasta ahora.

Estudiando la estructura 3D del proton: Distribuciones dependientes de momento transversal

Daniel Gutiérrez Reyes

Los observables dependientes de momento transversal son de gran importancia en los aceleradores de partículas actuales. En particular, uno de los observables más importantes en este aspecto son las llamadas distribuciones de distribución de partones dependientes de momento transversal (TMDs), que nos ayudan a estudiar la estructura 3D de los hadrones, dándonos una idea de como quarks y gluones se distribuyen dentro de los mismos. Para estudiar estas distribuciones se utilizan los llamados teoremas de factorización, que permiten construir secciones eficaces en función de estas distribuciones, además de una definición individual y universal de las mismas. De esta manera se pueden estudiar TMDs para muchos procesos diferentes, dependientes o independientes del spin.

Caracterización de detectores de rayos X de ionización gaseosa y de semiconductor

Víctor Hernández Elvira

Esta tesis se está desarrollando en el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes (ubicado en el CIEMAT), que custodia el Patrón Nacional de actividad en España. Un patrón nacional es un conjunto de técnicas absolutas capaces de determinar de forma precisa la magnitud medida (en este caso, la actividad de una muestra radiactiva) y cuyo resultado se acepta como valor correcto. El objetivo es desarrollar un contador proporcional de rayos X de baja energía (2 a 10 keV) que contribuya al Patrón Nacional mediante medidas en esa zona del espectro.

Una técnica absoluta es aquella que no requiere una calibración previa mediante otra técnica. En este caso, ello pasa por conocer de manera precisa el factor de corrección que relaciona la tasa de recuento medida con la tasa de emisión de la muestra. Estas correcciones requieren determinar, mediante simulaciones de Monte Carlo, la contribución de la absorción y la dispersión de radiación en las diferentes partes del contador y la propia muestra.

Debido a la imposibilidad técnica para calcular las correcciones de forma precisa en detectores de estado sólido, para este propósito se ha optado por desarrollar un contador de ionización gaseosa. Asimismo, se ha decidido medir bajo ángulo sólido reducido porque esta es la geometría para la cual las correcciones son más precisas.

El desarrollo de esta tesis consta del diseño mecánico del contador, la caracterización eléctrica para optimizar las condiciones de operación, el cálculo de las correcciones oportunas para la determinación de la tasa de recuento y el empleo del contador, una vez caracterizado, para la medida de actividad de fuentes de referencia y la determinación de parámetros nucleares de interés. En una segunda etapa, se emplearán fuentes calibradas mediante este contador proporcional para calibrar a su vez un detector de semiconductor que funcionará como patrón secundario.

Memristive ferroelectric tunnel junction

David Hernández Martín

Los dispositivos con comportamiento memristor han tenido un creciente interés en los últimos años para el almacenamiento de memoria analógica en los computadores, así como los dispositivos ferroeléctricos de unión túnel, los cuales aprovechan el efecto túnel a fin de miniaturizar los componentes de hardware de los computadores. En esta charla, vamos a intentar explorar si pueden coexistir ambos tipos de comportamiento en un mismo dispositivo y de qué manera se pueden acoplar el comportamiento memristor (originado por las vacantes de oxígeno) y la ferroelectricidad en un mismo dispositivo de unión túnel.

Incertidumbres en la caracterización del clima durante el último milenio

Fernando Jaime Santero

Con el rápido desarrollo de nuestra sociedad en el último siglo, se está prestando bastante atención a los posibles cambios de comportamiento de nuestro planeta. Es por ello que, para entender mejor las variaciones climáticas; se ha estado estudiando el clima del pasado de manera proactiva, en busca de información extrapolable de cara al futuro.

Sin embargo, dado que sólo disponemos de datos meteorológicos desde hace unos 150 años, los científicos han tenido que caracterizar indirectamente la evolución del clima durante el periodo preindustrial; usando para ello indicadores paleoclimáticos (proxies) y complejos modelos climáticos.

Al comparar estas series temporales, obtenemos una descripción común y consistente del clima del pasado a partir de dos métodos independientes. Sin embargo, debido a las incertidumbres inherentes a los proxies (falta de resolución e introducción de ruido) y al desconocimiento de las condiciones iniciales del sistema climático; hay diferencias significativas entre las reconstrucciones y simulaciones obtenidas.

Mi objetivo es, por tanto, desarrollar metodologías que permitan la caracterización de dichas incertidumbres, para así obtener reconstrucciones más robustas que describan de manera fehaciente las condiciones climáticas de los periodos anómalos del último milenio.

Study of the Very High Energy gamma-ray emission from blazars with the MAGIC telescopes and contribution to the trigger and timing systems for the CTA Observatory

Pablo Peñil Del Campo

El trabajo se organiza en dos grandes áreas: la ingeniería y la física.

Ingeniería:

En esta sección se centra en el desarrollo de diferentes aspectos de las cámaras de los LST (Large-Sized Telescopes) y de los MST (Medium-Sized Telescopes) del observatorio CTA (Cherenkov Telescope Array).

Mi labor se centra en el desarrollo, integración y testeo del sistema de trigger y timing de dichas cámaras.

Más en concreto, principalmente mi labor es:

1. Implementación del software (en C/C++) para realizar la tarea de control, monitorización y detección de errores de dos componentes de la cámara.
2. Implementación del software (Python) de envío de datos entre diferentes componentes de la cámara mediante comunicaciones TCP/IP.
3. Testeo y validación del sistema de timing; comprobación del sistema de time-stamping de los eventos generados.

Física:

La Astronomía de Rayos Gamma de Muy Alta Energía (VHE en sus siglas en inglés), se ocupa de la emisión de rayos gamma no térmicos. Los agujeros negros supermasivos localizados en los núcleos de galaxias activas cuyos jets apuntan hacia la Tierra son conocidos como blazars, de acuerdo al Modelo Unificado. Uno de los objetivos de esta tesis es caracterizar la emisión VHE (típicamente por encima de 50 GeV) de estos Blazars según lo observado por el telescopio MAGIC.

Nano-electrodes for neural electrical activity measurements

Beatriz Rodilla González

For many years, the scientific community has been making a great effort to alleviate the effects of neural nerve damage caused by accidents and trauma. To understand the biophysical mechanism of the synaptic signal it has become necessary to perform neural electrical activity measurements by using a large number of neuronal electrodes, usually placed in the brain. These electrodes are currently facing biocompatibility problems related to the electrode size, material, its morphology and stiffness, what makes them extremely invasive.

In this session, they will be presented the first examples of a new generation of biocompatible nano-electrodes developed to allow a local bypass of the neuronal signal. We have fabricated nanostructured electrodes, consisting on an interface of metal nanowires vertically arranged, grown by electrodeposition in nanoporous membranes, over a gold base. The electrodeposition process allows us to control the material and the length of the nanowires. On one hand, we have grown Au nanowires on polycarbonate membranes (Pc). We are able to coat the nanowires with silica by sol-gel techniques. Also, we have developed a new methodology to grow core-shell structure nanowires, where the core (usually Ni) gives rigidity to the nanowire, and it is covered with an Au thin cover grown by pulsed-plating electrodeposition. On the other hand, we have grown Au nanowires using nanoporous alumina membranes that we fabricate by controlled anodization of aluminium discs. This allows us to control de diameter of the nanowires and the distance between them. This type of membrane also guarantees both greater verticality and better arrangement of the nanowires.

Acknowledgements

This work has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the project ByAxon, grant agreement No 737116.

Mechanisms and factors contributing to the evolution of hydroclimate during the last millennium

Pedro Roldán Gómez

Temperatures during the last millennium were mainly characterized by long-term variations forced by changes in solar activity and volcanic eruptions. These external factors contributed to the definition of the Medieval Climate Anomaly (MCA; ca. 950-1250) and the Little Ice Age (LIA; ca. 1450-1850), periods respectively characterized by higher and lower temperatures. Variables of hydroclimate, such as precipitation and moisture, are in general considered to be more affected by short-term variations caused by the internal dynamics of the climate system, but some reconstructions suggest that periods of MCA and LIA were also present for some particular regions.

To assess the mechanisms and factors contributing to the evolution of the hydroclimate, analyses based on reconstructed data and climate simulations have been performed. Regarding the reconstructed data, a compilation of studies for particular locations have been performed, to obtain a global view where spatial patterns can be better assessed. These reconstructions, based on data from tree rings, sediments, speleothems, ice cores and documentary sources, show whether periods of MCA and LIA were wetter or drier in different regions. Regarding the climate simulations, analyses in different timescales and with different models have been performed. These analyses show the mechanisms that link temperatures, where periods of MCA and LIA are clearly defined, to atmospheric dynamics, with movements of Westerlies and expansions and contractions of Hadley cell, and to hydroclimate, defining a spatial pattern of precipitation. The spatial patterns obtained from reconstructed data and from climate simulations are finally compared, showing a good agreement in most regions of Earth.

Micro y nanoestructuras de NiO y NiO-SnO₂ fabricados mediante un método vapor-sólido

María Tacaño González

El óxido de níquel (NiO) es un semiconductor tipo p, con estructura cúbica, que presenta unas excelentes propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas, así como gran estabilidad térmica y química. Debido a estas propiedades, presenta un amplio abanico de aplicaciones tales como capacitores, baterías, "smart windows" o sensores de gases entre otras.

El NiO normalmente es sintetizado en forma de nanopartículas, cerámicos o películas delgadas, no estando muy estudiados los métodos de crecimiento necesarios para la obtención de micro- y nanoestructuras alargadas. Es importante realizar una síntesis adecuada que permita controlar la composición química, fase cristalina obtenida, así como los defectos estructurales, entre otros aspectos, ya que juegan un papel fundamental en las propiedades y, por tanto, en las aplicaciones.

En este trabajo, se ha empleado un método basado en la evaporación y posterior deposición, empleando como precursor Ni metálico, para fabricar micro y nanoestructuras de NiO. Para ello se han llevado a cabo tratamientos térmicos a temperaturas comprendidas entre 800 y 1500 °C y duraciones de 10 y 15 horas bajo un flujo controlado de argón, obteniéndose una gran variedad de morfologías en función de la temperatura. Dichas estructuras han sido caracterizadas mediante difracción de rayos X (XRD), espectroscopia Raman, catodoluminiscencia (CL) y fotoluminiscencia (PL). Mediante Raman y XRD se ha comprobado que todas las muestras presentan la estructura cúbica característica del NiO. La señal de CL de las muestras está formada por una emisión ancha entre 2,2 y 2,5 eV, cuyo origen está aún bajo discusión.

Además de modificar las dimensiones y morfología de este material, otra forma de cambiar sus propiedades físicas es mediante la incorporación de dopantes o formando heteroestructuras p-n de forma controlada. Por ejemplo, se está estudiando la adición de SnO₂, que es un semiconductor tipo n con el fin de lograr dicho objetivo.

Majorana Fermions from d-Wave Superconductors

Santiago Varona Angulo

The search for Majorana fermions in solid state physics has aroused great interest in recent years. The properties of these quasiparticles make them very attractive for quantum computing. We study the appearance of Majoranas in a two-dimensional electron gas with spin-orbit coupling and a Zeeman field coupled to a d-wave (high-Tc) superconductor. The localization and oscillation properties of these Majorana fermions is compared to the results obtained when using a conventional s-wave parent superconductor.

Captura electrónica del $8B$ a los estados excitados del $8Be$

Sílvia Viñals i Onsès

En esta charla se va a presentar un breve resumen sobre qué es el β -decay así como el isospín del núcleo para poder entender el experimento realizado. Se presentará el setup experimental que se usó en el CERN y el análisis que se ha hecho hasta este momento.

Simulación de agua TIP4P/2005 confinada entre placas y nanotubos

Alberto Zaragoza de Lorite

El agua es el medio indispensable para la vida en nuestro planeta. A pesar de ser una molécula muy sencilla, el agua presenta propiedades y comportamientos anómalos que aún hoy desconocemos y que son objeto de estudio.

Bajo determinadas condiciones de presión y temperatura el agua sufre transformaciones de estado que han dado lugar a uno de los diagramas de fase más complejos que se conocen con más de 16 formas cristalinas alotrópicas.

La simulación molecular es una herramienta que nos permite estudiar de manera cuantitativa la física de estos fenómenos a escala nanométrica. Para ello, se han desarrollado modelos de agua [1,2] que tienen como fin reproducir, lo más fehacientemente posible, su comportamiento en un rango muy amplio de temperatura y presión.

En este trabajo estudiamos por simulaciones numéricas las propiedades de transporte (como difusión y viscosidad) del agua confinada en nanotubos hidrofóbicos (1D) y entre placas paralelas hidrofóbicas (2D) a distintas temperaturas.

El confinamiento del agua da pie a nuevos diagramas de fase [3] que actualmente están siendo investigados. Además, en la literatura hay, ahora mismo una gran controversia en torno a la dinámica del agua en confinamiento, no estando claro si el confinamiento favorece [4-6] o por el contrario, impide su dinámica [7].

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] J.L.F. Abascal and C. Vega "A general purpose model for the condensed phases of water: TIP4P/2005" *The Journal of Chemical Physics* 123, 234505 (2005).
- [2] J.L.F. Abascal, E. Sanz, R. García Fernández, and C. Vega "A potential model for the study of ices and amorphous water: TIP4P/Ice" *The Journal of Chemical Physics* 122, 234511 (2005)
- [3] D.Takaiwa, and I.Hatano. and Koga, K. and Tanaka H., "Phase diagram of water in carbon nanotubes," *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 105, p. 39-43, 2008
- [4] S.Joseph and N.R. Aluru, "Why are carbon nanotubes fast transporters of water," *Nano-letters*, vol. 8, p. 452-458, 2008
- [5] S.Joseph and N.R. Aluru, "Pumping of confined water in carbon nanotubes by rotation-translation coupling," *Physical Review Letters*, vol. 101, p. 064502, 2008
- [6] A. Alexiadis and A. Kassinos. "Molecular Simulation of Water in Carbon Nanotubes" *Chemical Review* 108 (12), pp 5014–5034, 2008.
- [7] Y. Lui and T.Wu and L.Zhang, "Fluid structure and transport properties of water inside carbon nanotubes," *The Journal of Chemical Physics*, vol. 123, p. 234701, 2005