

# Jornadas de Doctorandos 2021-22

## Sesión de diciembre

### Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

*Facultad de Ciencias Físicas*  
*1-2 de diciembre de 2021*

---

#### *Ponentes*

---

Programa de Doctorado en Física	
Arranz López, Daniel	Instituto de Magnetismo Aplicado y Departamento de Óptica (UCM)
Campos Ortiz, Roberto	Quasar SR y GICC, Física Teórica (UCM)
Castellano Soria, Alberto	Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM)
Fernández del Castillo, Rafael	Física Teórica (UCM)
Fernández Prieto, Luis	Instituto de Ciencias del Mar (CSIC)
García Alonso, Javier	Física de Materiales (UCM)
García Moreno, Gerardo	Física Teórica (UCM)
García Orrit, Saül	IMDEA Nanociencia
Gutiérrez García, Patricia Andrea	Física Teórica (UCM)
Hita Pérez, María	Instituto de Física Fundamental (CSIC)
López Fernández, Alejandro	Física de Materiales (UCM)
Luque Rioja, Clara	Química Física (UCM)
Martínez Andradás, Verónica	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Moreno Parada, Daniel	Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Panizo Prieto, Sonia	CIEMAT
Papí Isaba, María del Puy	ZAMG (Austria) y Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)
Peñas Fernández, Guillermo F.	Física Teórica (UCM)
Reyes Nozaleda, Daniel	Física Teórica (UCM)
Sánchez Caballero, Adrián	CIEMAT
Utrabo Carazo, Eduardo	Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC)
Zurita Alonso, Juan Aurelio	Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)

*JORNADAS DE DOCTORANDOS. 1 y 2 de diciembre de 2021*  
*Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica*

	<b>Miércoles 1</b>	<b>Jueves 2</b>
09:30-09:45	<b>Charla informativa sobre procedimientos y plazos</b> Vicedecano de Investigación y Doctorado	Campos Ortiz, Roberto
09:50-10:05		Fernández del Castillo, Rafael
10:10-10:25		García Moreno, Gerardo
10:30-10:45		Luque Rioja, Clara
10:50-11:05	Panizo Prieto, Sonia	Peñas Fernández, Guillermo Federico
11:10-11:25	Sánchez Caballero, Adrián	Reyes Nozaleda, Daniel
11:30-11:45	Receso	
11:45-12:05	García Orrit, Saül	Hita Pérez, María
12:05-12:20	Fernández Prieto, Luis	Castellano Soria, Alberto
12:25-12:40	Martínez Andradás, Verónica	García Alonso, Javier
12:45-13:00	Moreno Parada, Daniel	López Fernández, Alejandro
13:05-13:20	Papí Isaba, María del Puy	Zurita Alonso, Juan
13:25-13:40	Utrabo Carazo, Eduardo	Arranz López, Daniel

---

## RESÚMENES DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN FÍSICA

---

### Efectos térmicos en nanopartículas de óxido de hierro sometidas a láser infrarrojo

Arranz López, Daniel

Instituto de Magnetismo Aplicado y Departamento de Óptica de la Facultad de Ciencias Físicas UCM

La aplicación de un campo magnético alterno sobre una muestra de nanopartículas genera energía que se disipa en forma de calor y que se denomina como hipertermia magnética. Por otra parte, la excitación de nanopartículas metálicas como el oro, por medio de un láser a la frecuencia de resonancia de estas, también es un fenómeno conocido. En este trabajo, exploramos el calentamiento producido por láser infrarrojo de nanopartículas de óxido de hierro. La física detrás de este fenómeno es aún objeto de estudio.

En este trabajo se presentarán los primeros avances sobre el tema, desde la síntesis de las nanopartículas hasta el set-up de medida de la fototermia y algunos resultados experimentales. Se presentará la caracterización estructural (XRD, microscopía TEM), magnética (magnetometría SQUID) y óptica (análisis del comportamiento no lineal de la muestra, respuesta térmica frente al láser infrarrojo). Además, se presentan los primeros resultados sobre la importancia de la geometría en la caracterización térmica de los coloides.

---

---

### Inteligencia Artificial Cuántica

Campos Ortiz, Roberto  
GICC (UCM-QuasarSR)

La Computación Cuántica es un nuevo paradigma de procesamiento de la información. Aprovechando los principios de superposición, interferencia y entrelazamiento cuánticos, se pretende reducir el coste en tiempo de la ejecución de ciertos algoritmos en comparación con la Computación Clásica. Aunque este paradigma fue propuesto por Richard Feynmann es ahora cuando empresas como Google, IBM o Microsoft están empezando a entrar en el tema y generar resultados interesantes para la industria.

En este doctorado industrial que supone la colaboración entre la empresa QuasarSR y el grupo GICC, se busca desarrollar técnicas de Inteligencia Artificial Cuántica para poder resolver más rápidamente los problemas que resuelve Quasar clásicamente. El estado actual, es que la Computación Cuántica se hace a base de puertas cuánticas, lo cual supone un enorme reto para poder desarrollar un algoritmo que haga procesamiento complejo de datos.

---

---

### Ruta para síntesis mediante un procedimiento sol-gel y estudio de propiedades de nanopartículas de Fe<sub>3</sub>C.

Castellano Soria, Alberto  
Instituto de Magnetismo Aplicado (Universidad Complutense de Madrid)

La ponencia consistirá en un breve repaso sobre las rutas de síntesis actuales para la síntesis de carburo de hierro Fe<sub>3</sub>C nanoestructurado. Se describirá la propuesta de síntesis basada en el procedimiento sol-gel, y las principales ventajas que esta presenta frente a otros procedimientos. Mediante la caracterización termodinámica del xerogel, morfológica,

composicional y magnética. Se establecen las condiciones de síntesis óptimas para la reducción carbothermal de las nanopartículas de Fe-óxido que preceden a la obtención de nanopartículas de Fe<sub>3</sub>C núcleo-corteza, recubiertas por varias capas de grafeno-grafito, y que se encuentran embebidas en una matriz de carbono amorfo.

Del mismo modo, se mostrarán los resultados obtenidos para las pruebas de aleación de Fe<sub>3-x</sub>M<sub>x</sub>C para (M=Co, Mn, Dy). Y se plantearán los principios básicos para la determinación de sus propiedades electromagnéticas para el campo de la absorción de radiofrecuencia.

---

---

## Distribuciones dependientes del momento transversal y factorización de secciones eficaces en QCD

Fernández del Castillo, Rafael  
Departamento de Física Teórica (Universidad Complutense de Madrid)

Los partones (quarks y gluones) suponen los constituyentes fundamentales de los hadrones. La información relativa a estos viene dada a través de las funciones de distribución de partones (PDF, por sus siglas en inglés), que proporcionan información de la fracción de momento del hadrón que porta un determinado partón. Las distribuciones de momento transversal (TMD) aparecen como generalización tridimensional de las PDF, pudiendo entenderse como un “mapa” en tres dimensiones de los partones en el interior del hadrón. Son extensos los experimentos de colisión modernos que se realizan tanto en el LHC, como HERA o el futuro EIC, que son sensibles a estas distribuciones.

Es de especial importancia para el estudio de dichos procesos el contar con secciones eficaces factorizadas. Cuando hablamos de factorización nos referimos a la posibilidad de poder separar las contribuciones a una determinada sección eficaz en diferentes “bloques” (elementos de matriz) universales que la forman, que permiten el cálculo de estas siendo sensibles de forma independiente a las diferentes escalas de energías que ocurren en un proceso de física hadrónica. Además, la factorización nos permite separar contribuciones calculables en QCD perturbativa y contribuciones no perturbativas, como son las PDF. Esto nos permite acceder experimentalmente a estas últimas y fijar los diferentes parámetros de los modelos que utilizamos para describir la física hadrónica no perturbativa.

---

---

## Seismic Phase Picking with Deep Learning

Fernández Prieto, Luis  
Instituto de Ciencias del Mar (CSIC)

La popularización del uso de grandes redes de sismómetros ha producido un significativo aumento en la cantidad de datos recogidos durante las campañas. Por tanto, han surgido nuevos retos a la hora de procesar estos datos de forma eficiente y automática.

Los últimos avances en capacidad de cálculo y la popularización de las GPUs han hecho posible la aplicación de métodos de Machine Learning a diversos problemas, desde picado de tiempos y detección de fases hasta localización de terremotos. Estos métodos han demostrado mejores resultados que otros programas automáticos basados en amplitud de señal o en estadística de alto orden.

---

---

## Óxidos complejos de Ni: micro- y nanoestructuras con aplicaciones en sensores y baterías

García Alonso, Javier  
Departamento de Física de Materiales (Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid)

La utilización y el desarrollo de estructuras micro- y nanométricas basadas en compuestos ternarios ha adquirido en los últimos años una gran relevancia en diversos campos de investigación por lo que múltiples trabajos han surgido entorno a sus diversos procesos de síntesis.

En este trabajo se presenta el estudio de diferentes compuestos ternarios basados en Ni en forma de nano- y microestructuras sintetizadas por métodos físicos y químicos. Parte de este trabajo se centra en micro- y nanoestructuras elongadas de  $\text{NiGa}_2\text{O}_4$  fabricadas un proceso físico de vapor-líquido-sólido a altas temperaturas, mientras que la otra mitad se centra en micropartículas *core-shell* de NMC sintetizadas mediante métodos químicos con un núcleo rico en Ni y una corteza rica en Mn para futuras aplicaciones en almacenamiento de energía. Diferentes técnicas de medida han sido usadas para el estudio de la morfología (ej: SEM), la composición (ej: EDS) y la estructura cristalina (ej: Espectroscopía Raman). Se ha prestado especial atención al estudio de los modos vibracionales de los distintos compuestos mediante espectroscopía Raman ya que la identificación de muchos de estos modos es aun controvertida en estos compuestos.

---

---

## Gravedad Cuántica a partir de Gravedad Emergente

García Moreno, Gerardo

Departamento de Física Teórica, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid

La gravedad análoga es una rama de investigación que estudia sistemas físicos, típicamente sistemas de laboratorio como fluidos, que permiten simular campos gravitatorios. En ellos, las ondas de sonido se propagan sobre un espacio curvado de la misma forma que lo hace la luz en presencia de un campo gravitatorio intenso, como el de una estrella. La pregunta natural que surge es si, además, uno puede conseguir que estos sistemas obedezcan las ecuaciones de la relatividad general: las ecuaciones de Einstein. Más aún, lo que uno desearía es obtener unas ecuaciones de Einstein modificadas que pudieran resolver algunos de los problemas de la Relatividad General, como el problema del tiempo o las singularidades. Obtener una dinámica así es el programa de la gravedad emergente.

En mi ponencia explicaré cuáles son algunos de los problemas a los que se enfrenta uno en el programa de gravedad emergente. Por un lado, hablaré sobre la dificultad de obtener una teoría gauge a partir de una teoría que no tiene dichas simetrías, centrándome en un mecanismo para ello que he explorado a lo largo de mi tesis. Por otro lado, comentaré también la dificultad de preservar la invariancia Lorentz a bajas energías en teorías que violan invariancia Lorentz a altas energías, como la mayoría de sistemas que se usan como sustrato para la emergencia.

---

## Transient absorption spectroscopy, a tool for diagnosing matter's photo-physics

García-Orrit, Saül

Universidad Complutense de Madrid and IMDEA Nanociencia

The study of a material light-matter interaction determines its use in optic and optoelectronic applications. The development of this field has made possible the development of lasers, light-emitting diodes, biosensors or drug delivery, and nowadays is behind the development of quantum computing, inventions that revolutionized (even created) their field of knowledge. Therefore, different techniques have been developed over the last few decades to characterise the photophysical properties of materials that make up the world we inhabit.

Transient absorption spectroscopy allows us to investigate the photoexcited states relaxes within the energy band structure or levels of material with resolutions up to the attosecond. For this purpose, the material is pumped into an excited state by a laser pulse and probed with a super continuum white light pulse. By controlling the delay between pump and probe pulses we can track the the dynamics of the electrons in the material during the relaxation processes. In this way, we are able to observe which path the electron has taken, and which states it has adopted in this de-excitation process, thus being able to propose possible applications for this material.

---

---

## Cross-section factorization in terms of GTMDs

Gutiérrez García, Patricia Andrea

Departamento de Física Teórica, Universidad Complutense de Madrid

In this talk we will give an overview of multi-dimensional parton distributions (TMDs, GTMDs...) and Soft Collinear Effective Theory (SCET). Together with this, we will show how to apply the SCET formalism to factorize Double Drell-Yan process involving a pion and a proton, with four leptons and the proton in the final state. Finally we will show how the factorization of the cross-section leads to the appearance of a Double TMD and two GTMDs.

---

---

## 3-Josephson junctions flux qubit couplings for Adiabatic Quantum Computation

Hita Pérez, María

Instituto de Física Fundamental (CSIC)

Many platforms have been proposed to implement Adiabatic Quantum Computation and Quantum Annealing, from superconducting circuits to trapped ions. Nevertheless, it is still not clear how to obtain general and fully tunable multi-qubits dynamics, in any of those platforms. General enough qubit-qubit interactions would allow, for instance, to reproduce the dynamics of non-stoquastic Hamiltonians, the ones for which classical methods based on Monte-Carlo fail.

In this talk, we start by reviewing some basic concepts of Adiabatic Quantum Computation, stoquastic/non-stoquastic Hamiltonians and superconducting circuits. Then, we introduce our work on flux qubit couplings. We analyse the coupling between two 3-Josephson junction flux qubits and present the non-stoquastic effective Hamiltonian that controls the dynamics of the system when the two qubits are coupled via a capacitor and a Josephson junction. Finally, we briefly comment on the capacitive coupling between a flux qubit and an LC-resonator.

---

---

### **Transistor sináptico electrolítico basado en una película delgada de $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$**

López Fernández, Alejandro  
Departamento de Física de Materiales (Universidad Complutense de Madrid)

El cerebro humano es capaz de aprender a procesar información superando a los ordenadores más potentes debido a la habilidad de las sinapsis para procesar información a la vez que refuerzan o debilitan la conexión entre neuronas. Esta funcionalidad es conocida como plasticidad, la cual es crucial para los procesos de aprendizaje, dando lugar a una forma eficiente de procesar y almacenar información fuera del marco de la arquitectura Von Neumann. Por esto, es esencial desarrollar dispositivos capaces de emular la funcionalidad sináptica, para implementar sistemas de computación basados en el cerebro rápidos y eficientes. Estos dispositivos deben mostrar memoria no volátil, múltiples estados de resistencia analógica y plasticidad. De entre los posibles candidatos, los transistores sinápticos con líquido iónico son particularmente prometedores ya que pueden llevar a cabo la transmisión de una señal y el aprendizaje de forma simultánea.

En este trabajo, presentamos un transistor sináptico de tres terminales basado en una película delgada de LSMO, donde el voltaje de puerta es aplicado a través de un electrolito líquido. Un líquido iónico conecta la película de LSMO, de 7 celdas unidad de espesor y que actúa como terminal postsináptico, con el electrodo de puerta, el cual actúa como terminal presináptico. Aplicando pulsos de voltaje a través de la puerta se puede controlar el flujo de iones a la superficie del LSMO, reproduciendo la liberación de neurotransmisores en sinapsis biológicas producida por pulsos presinápticos. La aplicación de voltaje positivo o negativo conlleva la progresiva creación o aniquilación de vacantes de oxígeno en la película de LSMO y permite reproducir propiedades sinápticas importantes como el potencial excitatorio postsináptico, la facilitación por pulsos emparejados, potenciación o depresión de los pesos sinápticos a largo plazo y plasticidad dependiente del tiempo de pulso.

---

---

### **Propagation events emerged in the cell nucleus as an active poroelastic gel**

Luque Rioja, Clara  
Departamento Química Física, Facultad de Ciencias Químicas (UCM)

Many processes in living cells are controlled by regulating active stresses. Experimental evidence suggests the existence of large-scale correlated motion of chromatin inside the nuclei of live differentiated cells, we incorporate the active stress into a two-phase model which accounts for the spatiotemporal dynamics of the chromatin and nucleoplasm.

In this work, we describe an active-poroelastic framework to describe an active-elastic solid (chromatin) coupled to a permeated fluid. This system is subject to both passive thermal fluctuations and active scalar events associated with condensation and decondensation, named spikes. Because of the combination between the permeation length and the distance between spikes, it appears two well-defined regimes as continuous or discontinuous propagation. In this

work, we simulate the coupled set of equations showing the existence of emergent processes as wave-propagation. This simple model allows to capture mechano-chemical coupling effects at long distance range.

---

---

### **Respuesta del jet atlántico en eventos de calentamientos súbitos estratosféricos**

Martínez Andradas, Verónica

Departamento Física de la Tierra y Astrofísica (Universidad Complutense de Madrid)

Los calentamientos súbitos estratosféricos (del inglés, SSW), son debilitamientos fuertes del vórtice polar estratosférico de invierno que ocurren en un periodo de unos pocos días. Estas anomalías se propagan hasta la troposfera, donde tienen persistencia durante varias semanas después. Frecuentemente ocasionan un debilitamiento de la circulación zonal de vientos en extratropicos, así como olas de frío en Norteamérica y Eurasia. En concreto, en el sector euro-atlántico esto se traduce en un desplazamiento del jet extratropical hacia el ecuador, modificando el paso de las borrascas y, por tanto, la precipitación. Este fenómeno es de gran utilidad de cara a la predicción en escala subestacional y de ahí el interés de conocer los mecanismos del acoplamiento entre la troposfera y estratosfera durante los SSW. Sin embargo, la respuesta canónica no ocurre en todos los eventos, y la pregunta que nos surge es ¿bajo qué condiciones atmosféricas tiene o no respuesta la troposfera a los SSW?

Para ello se han analizado los eventos de SSW clasificándolos en dos subgrupos: los que tienen una respuesta canónica y los que no; poniendo así de manifiesto las diferencias entre ambos. Además, se ha observado una relación con el fenómeno de variabilidad troposférica interanual más importante, El Niño Southern Oscillation (ENSO), en cuya fase fría el jet atlántico experimenta una predominancia por la respuesta no canónica a los SSW.

---

---

### **Can ice sheets internally oscillate?**

Moreno Parada, Daniel

Física de la Tierra y Astrofísica (Universidad Complutense de Madrid)

The North Atlantic sediment cores contain quasi-periodic layers with extremely high percentages of lithic fragments during glacial periods. These sediments were captured by the ice, transported from the Northern Hemisphere ice sheets and eventually unloaded onto the seafloor when the enclosing ice melted. A non-homogenous sediment distribution suggests that ice flow might fluctuate in time. Several mechanisms have been proposed, yet we focus on internal-free oscillations that rest on the assumption that there exists a transition between two potential states of basal lubrication. The current work presents a more realistic formulation to estimate the period of such oscillations and further determines under what conditions (if any) these events may occur in 3-dimensional numerical simulations.

---

---

### **Incertidumbres en datos nucleares y análisis de la sensibilidad en reactores nucleares**

Panizo Prieto, Sonia

CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)

El estudio de las incertidumbres existentes en los cálculos de inventario isotópico es fundamental para la garantizar la gestión segura del combustible nuclear irradiado, tanto para su transporte como para su almacenamiento temporal o definitivo.

En el contexto de los proyectos europeos EURAD y SANDA se realizan simulaciones con códigos de transporte y de quemado, así como un posterior análisis de las posibles fuentes de incertidumbre. Los objetivos son de validación y verificación de los códigos empleados, así como una mejora de las librerías de datos nucleares.

---

---

## Resultados preliminares sobre el estudio conjunto de las series sísmicas de Neunkirchen (30 de marzo de 2021) y Gloggnitz (20 de abril 2021) en el SE de Austria

Papí Isaba, María del Puy.

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica - (Universidad Complutense de Madrid) y Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG; Instituto de meteorología y geodinámica, Austria)

Se presentan los resultados preliminares del estudio de dos secuencias sísmicas ocurridas en los alrededores de Neunkirchen y Gloggnitz, a unos 50 km de Viena, Austria, cuyos epicentros se encuentran separados alrededor de 10 km de distancia entre sí. A pesar de las magnitudes moderadas ( $ML < 5.0$ ), los terremotos de Neunkirchen, en la parte sureste de la cuenca de Viena, se sintieron en la región epicentral y hasta 300 km de distancia.

Según el Servicio Sismológico Austriaco (ZAMG), la **secuencia de Neunkirchen** comenzó el 11 de marzo de 2021 y el último terremoto registrado fue el 12 de mayo de 2021. Hasta la terminación de la serie, se registraron más de 245 terremotos con magnitudes locales (ML) que varían entre 0,5 y 4,6. Entre los terremotos analizados, 21 fueron sentidos por la población (sus magnitudes locales están comprendidas entre  $1,8 \leq ML \leq 4,4$ ), y uno de ellos causó daños ( $ML 4,6$ ) en Wiener Neustadt, la capital de la provincia de Baja Austria, a 12 km del epicentro. Según las primeras evaluaciones, la profundidad de esta serie oscila entre 7 y 12 km. La **secuencia de Gloggnitz** comenzó el 1 de abril de 2021, y el último terremoto ( $ML 1.1$ ) se registró el 8 de mayo de 2021. Se localizaron un total de 65 terremotos asociados a esta serie, de los cuales la población sintió cuatro, y ninguno produjo daños. Las magnitudes locales de esta serie sísmica oscilan entre -0,3 y 3,8. Los terremotos de esta secuencia son ligeramente más superficiales que los de Neunkirchen, entre 4 y 7 km. La relocalización de los terremotos de ambas series se realizó utilizando el software NonLinLoc. El mecanismo focal del terremoto de mayor magnitud también se calculó con la inversión del Momento-Tensor Sísmico. Para el resto de eventos, se está investigando una solución conjunta de plano de falla. Además, hemos recopilado y analizado los cuestionarios macrosísmicos de todos los terremotos sentidos de ambas series para elaborar mapas de intensidad (EMS-98), calcular la atenuación de la intensidad en función de la distancia y su relación con la amplitud de las ondas sísmicas (Peak Ground Velocity, PGV; Peak Ground Acceleration, PGA) registradas en las estaciones sísmicas disponibles.

---

---

## Universal deterministic quantum operations in microwave links

Peñas Fernández, Guillermo F.

Departamento de física teórica (Universidad Complutense de Madrid, IFF-CSIC)

We propose a realistic setup, inspired by already existing experiments, within which we develop a general formalism for the implementation of distributed quantum gates. Mediated by a quantum link that establishes a bidirectional quantum channel between distant nodes, our proposal works both for inter- and intra-node communication and handles scenarios ranging from the few to the many modes limit of the quantum link. We are able to design fast and reliable state transfer protocols in every regime of operation, which, together with a detailed description of the scattering process, allows us to engineer two sets of deterministic universal distributed quantum gates. Gates whose implementation in quantum networks does not need entanglement distribution nor measurements. By employing a realistic description of the physical setup we identify the most relevant imperfections in the quantum links as well as optimal points of operation with very competing fidelities.

---

## Sistemas hamiltonianos clásicos multiseparables y superintegrables desde la geometría de Haantjes

Reyes Nozaleda, Daniel

Departamento de Física Teórica (Universidad Complutense de Madrid)

Uno de los enfoques más utilizados para el estudio de sistemas físicos clásicos es el hamiltoniano. No obstante, las ecuaciones del movimiento que emergen mediante esta descripción habitualmente son difíciles de tratar de forma exacta. Por este motivo, en las últimas décadas se han elaborado novedosos métodos geométricos y algebraicos para determinar sistemas de coordenadas en los cuales la ecuación de Hamilton-Jacobi asociada a un sistema hamiltoniano integrable sea separable. De este modo, el problema queda reducido a la resolución de un conjunto de ecuaciones diferenciales ordinarias.

En esta charla se expondrán algunos resultados obtenidos en este ámbito mediante nuevas técnicas geométricas basadas en la teoría de los tensores de Haantjes. Previamente, se introducirán de forma breve ideas fundamentales sobre integrabilidad, separabilidad y geometría de Haantjes.

---

## Medida de las secciones eficaces de captura neutrónica y fisión del $^{239}\text{Pu}$ en la instalación n\_TOF del CERN

Sánchez Caballero, Adrián

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

La medida de las secciones eficaces para las reacciones de fisión y, especialmente, de captura neutrónica del isótopo  $^{239}\text{Pu}$ , aparecen en la lista de alta prioridad realizada por la Agencia de la Energía Nuclear (AEN) de la OCDE. Una sección eficaz de captura del  $^{239}\text{Pu}$  con alta precisión es de gran importancia para los diseños de futuros sistemas nucleares críticos (reactores Gen IV, ADS, etc.), así como para los reactores térmicos actuales que usen combustibles de tipo MOX.

Esta tesis doctoral tiene como objetivo el desarrollo integral de la medida de las secciones eficaces de captura neutrónica y de fisión –esta última obtenida a través del conocido como factor  $\alpha$ –, apoyándose en la experiencia previa del grupo de investigación de la Unidad de Innovación Nuclear del CIEMAT en medidas similares como la del  $^{235}\text{U}$ . La medida se realizará en primavera del año 2022 en la instalación neutrónica n\_TOF del CERN (Ginebra). Para ello, ha sido necesario la construcción de una nueva cámara de fisión, que se utilizará de forma sincronizada con un Calorímetro de Absorción Total (TAC) para “vetar” las cascadas de rayos  $\gamma$  provenientes de fisión y aislar así los eventos originados por la captura neutrónica. La tesis abarca por tanto la realización de la medida en n\_TOF, así como el desarrollo de una nueva rutina de análisis adaptada a escenarios complejos con altas tasas de contaje y, finalmente, el posterior análisis de los datos experimentales para la obtención de las secciones eficaces del  $^{239}\text{Pu}$ . Con relación al análisis, se están realizando también mejoras de las técnicas y de los programas utilizados, así como posibles aplicaciones de técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales.

---

## Estudio y atribución de la variabilidad multidecadal del viento y sus extremos, con énfasis en la Península Ibérica

Utrabo Carazo, Eduardo  
Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC)

En un contexto de cambio climático, la velocidad del viento cerca de la superficie (SWS) ha recibido menos atención que otras variables como la temperatura del aire o la precipitación, a pesar de sus innegables impactos ambientales y socioeconómicos. Los estudios sugieren una disminución generalizada del SWS en las superficies continentales situadas en latitudes medias desde 1979 hasta 2010 aproximadamente, el llamado fenómeno *stilling*, y un aumento de éste a partir de entonces, lo que se ha denominado fenómeno *reversal* o *recovery*. Investigaciones recientes indican que oscilaciones multidecadales producidas por la variabilidad interna del sistema climático podrían ser responsables de ambos fenómenos.

El propósito de esta tesis es avanzar en la evaluación de la variabilidad multidecadal y de las causas del *stilling* y *reversal* en el SWS observado, centrándose en la región de la Península Ibérica (IP). Para ello, se analizarán series homogeneizadas de velocidad media del viento y rachas máximas en superficie, así como otros datos climáticos obtenidos de diversas fuentes, como por ejemplo: salidas de modelos numéricos, reanálisis u otros datos observacionales. Todo este conjunto de datos será analizado tanto en el dominio temporal como en el dominio de la frecuencia. Se realizarán cálculos de tendencias, correlaciones, estimaciones de la densidad espectral, transformadas *wavelet*, entre otros métodos estadísticos. El objetivo final será explorar posibles fuentes de predictibilidad a medio-largo plazo para el SWS en toda la IP, lo que tendría aplicaciones directas en áreas como: la generación de energía eólica, la agricultura, la calidad del aire, y las industrias pesqueras, entre otros muchos ámbitos de gran interés para la sociedad.

---

---

### Aislantes topológicos de bandas planas y su uso en información cuántica

Zurita Alonso, Juan  
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)

Los aislantes topológicos son materiales cuyo interior es aislante, pero que tienen estados de superficie conductores. Estos estados son especialmente robustos frente al desorden del sistema, algo que los hace muy útiles para aplicaciones en información cuántica, tales como protocolos de transferencia de estados o puertas lógicas cuánticas. Proporcionan una protección parcial frente a los errores, a diferencia de otras propuestas topológicas, pero tienen la ventaja frente a éstas de estar ya disponibles experimentalmente, y de ser fáciles de implementar en arquitecturas muy diversas, junto a otras medidas de reducción de errores.

Mi tesis trata sobre los aislantes topológicos de bandas planas, que muestran una relación de dispersión constante en  $k$  debido a mecanismos de localización, a menudo causados por un campo magnético. Estos sistemas han suscitado mucho interés recientemente, dado que incluso una interacción débil entre partículas puede tener cambios importantes en el sistema. Esto proporciona una vía de investigación hacia la topología de los sistemas en interacción, un campo aún en desarrollo. En esta charla presentaré los fundamentos del campo de los materiales topológicos, los distintos tipos de estados de borde y su protección frente al desorden, y sus aplicaciones en información cuántica.

---

---