

Referencia de la beca del ICU	Proyecto/Tema de Investigación	Investigador/a responsable	Correo electrónico	Oferta solo para alumnos matriculados en Máster
JAEntrolCU-2021-ICMM-1	Diseño de materiales para aplicaciones sostenibles en fotocatalisis y como sensores	Marta Iglesias	marta.iglesias@icmm.csic.es	no
JAEntrolCU-2021-ICMM-2	Espectroscopía magnónica en un sistema híbrido superconductor-ferromagnético con acoplo fuerte.	Jesús M ^a González Fernández	jm.g@csic.es	no
JAEntrolCU-2021-ICMM-3	Fotocatalisis heterogénea con materiales porosos funcionales	Eva Maya	eva.maya@csic.es	si
JAEntrolCU-2021-ICMM-4	Electrolitos acuosos con altas densidades de energía para supercondensadores	Francisco del Monte	delmonte@icmm.csic.es	si
JAEntrolCU-2021-ICMM-5	Materiales para su utilización en dispositivos de RF embarcados satélites espaciales	Isabel Montero	imontero@icmm.csic.es	no
JAEntrolCU-2021-ICMM-6	Control de dispersión de fonones en un material nanoestructurado	Daniel Ramos	daniel.ramos@csic.es	no
JAEntrolCU-2021-ICMM-7	Atomic characterization of low dimensional hydrides	Irene Palacio	i.palacio@csic.es	si
JAEntrolCU-2021-ICMM-8	Explorando la funcionalización de fotoelectrodos mediante la síntesis verde de nanomateriales en superficies (Green-PhotoNanoSurf)	Carlos Sanchez	cssanchez@icmm.csic.es	no
JAEntrolCU-2021-ICMM-9	Materiales monofásicos multiferroicos-magnetoeléctricos obtenidos por métodos no convencionales	Alicia Castro	a.castro@csic.es	si
JAEntrolCU-2021-ICMM-10	Graph Convolutional Neural Networks Applied to Materials Science Problems	Eduardo Hernandez	eduardo.hernandez@csic.es	si

JAEIntrolCU-2021-ICMM-11	Polímeros porosos semiconductores para purificación de aguas	Berta Gomez Lor	bgl@icmm.csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-12	Reciclado de Cátodos de Baterías de Ión de Litio (LIBs) Usadas: Diseño de Procesos de Extracción Sostenibles Basados en Disolventes Eutécticos (DESS) Para una Recuperación Eficiente y Selectiva de Metales	Maria Concepcion Gutierrez	mcgutierrez@icmm.csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-13	Aproximación a la síntesis circular de materiales funcionales cristalinos y porosos de tipo metal-orgánico (MOFs)	Javier Perez	jperez@icmm.csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-14	Desarrollo de marcadores nanomecánicos para la detección de enfermedades	Ricardo Garcia	r.garcia@csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-15	Teoría de cúbits en sistemas híbridos superconductor-semiconductor	Ramon Aguado	ramon.aguado@csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-16	Redes neuronales de láseres estocásticos	Ceferino Lopez	c.lopez@csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-17	Electrónica Flexible: Materiales para dispositivos que capturan energía del movimiento	Jesus Ricote	j.ricote@csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-18	Cátodos composites para baterías de iones Li de estado sólido	Enrique Vasco	enrique.vasco@csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-19	Nanogeneradores triboeléctricos porosos para energía renovable	Bernd Wicklein	bernd@icmm.csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-20	Métodos sostenibles de procesado para la integración de láminas delgadas de óxidos funcionales en sistemas microelectrónicos y de electrónica flexible	Lourdes Calzada	lcalzada@icmm.csic.es	si

JAEIntrolCU-2021-ICMM-23	síntesis y análisis estructural de materiales reticulares	Felipe Gandara	gandara@icmm.csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-24	Nanopartículas magnéticas de óxido de hierro para aplicaciones en inmunoterapia y regeneración neural	María Concepción Serrano López-Terradas	mc.terradas@csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-25	Simulación computacional de materiales para espinorbitrónica	Silvia Gallego	sgallego@icmm.csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-26	Modelización de la respuesta térmica de nanopartículas magnéticas para el tratamiento de cáncer	Oxana Fesenko Morozova	oksana@icmm.csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-27	Propiedades electrónicas de materiales bidimensionales	Leni Bascones	leni.bascones@icmm.csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-28	Atomic-scale characterization of interstellar dust analogues	Pablo Merino	pablo.merino@csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-29	Colloids from Earth-abundant Elements as Bricks and Mortar for Complex Materials	Pedro Tartaj	ptartaj@icmm.csic.es	si
JAEIntrolCU-2021-ICMM-30	Investigación con Microscopía AFM de muestras de la Antártida en busca de Microorganismos llegados por el aire	Javier Mendez	j.mendez@csic.es	no
JAEIntrolCU-2021-ICMM-31	Bits cuánticos de espín en puntos cuánticos	Gloria Platero Coello	gloria.platero@icmm.csic.es	no

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-1

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Master relacionado con áreas de Química e ingeniería Química

Investigador responsable: Marta Iglesias

Título: Diseño de materiales para aplicaciones sostenibles en fotocatalisis y como sensores

Resumen: El diseño y la preparación de nuevos materiales con propiedades definidas (catalíticas y tecnológicas) que combinen unidades estructurales singulares normalmente no utilizadas en la preparación de catalizadores convencionales, es esencial para la obtención de sólidos selectivos y multi-funcionales. La organización de estos sólidos porosos formando entramados estructurales bi- y/o tridimensionales con funcionalidades seleccionadas es un factor clave para la síntesis de materiales avanzados difíciles de obtener mediante técnicas convencionales. La combinación adecuada de precursores o unidades moleculares orgánicas modificadas (unidades de construcción a escala nanométrica) dará lugar a la formación de redes porosas con centros activos en posiciones concretas de la estructura.

El proyecto que se presenta consiste en la obtención de materiales porosos (orgánicos o híbridos organo-inorgánicos) que tengan en su estructura unidades que combinen propiedades dadoras yceptoras y puedan ser utilizados en procesos fotocatalíticos (activadas con luz visible) y/o como detectores de productos contaminantes, para ello las actividades a realizar se resumen en los siguientes puntos:

- Preparación y caracterización de unidades moleculares con grupos dadores y aceptores.
- Preparación y caracterización de materiales orgánicos o híbridos con los monómeros anteriores.
- Estudio de la actividad fotocatalítica de los materiales obtenidos en procesos sostenibles (transformación de biomasa, aprovechamiento de CO₂, etc.).
- Estudio de las propiedades como detector de contaminantes.

Con ello se pretende que se alcancen competencias en introducción a la investigación científica en síntesis de nuevos materiales y sus posibles aplicaciones en procesos sostenibles), que incluirá:

- Manejo de bibliografía científica, que conlleva un acercamiento al inglés científico.
- Trabajo en equipo y autonomía en el desempeño de actividades: metodologías sintéticas y técnicas de caracterización físico-química

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-2

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Estudiantes de Máster en Nanofísica/Nanotecnología

Investigador responsable: Jesús M^a González Fernández

Título: Espectroscopía magnónica en un sistema híbrido superconductor-ferromagnético con acoplo fuerte.

Resumen: Se propone implementar un sistema híbrido formado por una línea de transmisión coplanar superconductora (NbTiN) sobre la que se depositará un motivo ferromagnético (FeB) de espesor nanométrico y dimensiones transversales micrométricas cuya anisotropía se controlará mediante un proceso de inducción llevado a cabo por calentamiento realizado en presencia de un campo magnético. Se medirá la dependencia con la frecuencia (decena de GHz) de la reflectancia de la línea acoplada y sin acoplar al motivo ferromagnético y se correlacionará con la excitación de modos magnónicos con $k = 0$ y $k \neq 0$.

El trabajo supone:

- La deposición (PLAD) de las películas de FeB
- El estudio de la inducción de anisotropía (field anneals) en las películas de FeB
- La fabricación (litografía maskless) de la línea superconductora y de los motivos ferromagnéticos
- La medida a bajas temperaturas de los espectros de reflectancia de la guía (en el orden de la decena de GHz) acoplada y sin acoplar al motivo ferromagnético y (en el primer caso) de su dependencia del campo magnético aplicado en la medida

Los resultados obtenidos y, en particular, el acoplamiento fuerte superconductor-ferromagnético constituirán el punto de partida para la implementación tanto de sensores de un solo fotón y muy alta especificidad en energía (utilizables en el estudio en órbita de la anisotropía e inhomogeneidad de la radiación cósmica de fondo) como para la implementación de qubits de larga vida media.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-3

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado Ingeniería Química Industrial
Master Química para la Sostenibilidad y la Energía

Investigador responsable: Eva Maya

Título: Fotocatálisis heterogénea con materiales porosos funcionales

Resumen: La funcionalización de materiales porosos con grupos funcionales adecuados es una estrategia ampliamente utilizada para mejorar sus propiedades. En este sentido la incorporación de grupos o unidades fotoactivas a materiales porosos o la incorporación de grupos capaces de captar CO₂, son actividades que se están desarrollando en nuestro grupo de investigación en los últimos años. Ahora queremos evaluar una serie de materiales porosos, potencialmente fotoactivos y/o con capacidad de captar CO₂, como catalizadores heterogéneos. Para ello se evaluarán inicialmente en reacciones estándar, para determinar su capacidad como foto catalizadores, y los más activos y con capacidad para captar CO₂, en reacciones de conversión de este gas. En concreto el trabajo propuesto incluirá las siguientes actividades:

- 1) Evaluación inicial de la actividad fotocatalítica de estos nuevos materiales en las reacciones estándar.
- 2) Estudios de captura de CO₂.
- 3) Evaluación de la actividad fotocatalítica de los materiales foto-eficientes y con capacidad para captar CO₂, en reacciones de conversión de CO₂.
- 4) Estudios de reciclabilidad de los materiales efectivos en las condiciones optimizadas

El desarrollo de la actividad fotocatalítica se llevará a cabo en dispositivos propios de nuestro laboratorio y se emplearán reactores de presión en las reacciones conversiones de CO₂. El seguimiento de las reacciones se llevará a cabo por cromatografía de gases masas o por resonancia magnética nuclear de protón.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-4

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Estudiantes de último año en los grados de ingeniería de materiales, ingeniería química o química

Investigador responsable: Francisco del Monte

Título: Electrolitos acuosos con altas densidades de energía para supercondensadores

Resumen: Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como baterías de ión litio (LIBs) y supercondensadores (SCs), se han convertido en elementos imprescindibles en el mundo que actualmente vivimos. Las LIBs se caracterizan por poseer densidades de energía altas y de potencia bajas mientras que lo contrario es característico de los SCs, es decir, densidades de energía bajas y de potencia altas. Esto último es especialmente interesante dado que les permite ser cargados en tiempos extraordinariamente cortos. En SCs, el objetivo es aumentar la densidad de energía que pueden almacenar.

Como respuesta a esta demanda, los electrolitos tipo "water-in-salt" (WIS) han ganado un tremendo interés recientemente. Este tipo de electrolitos son básicamente disoluciones acuosas con una muy alta concentración de sal de manera que permiten trabajar con ventanas de potencial amplias. De esta manera, los electrolitos WIS ofrecen densidades de almacenamiento de energía similares a electrolitos orgánicos y líquidos iónicos, pero a un coste más bajo, con mayor seguridad y mejores propiedades medioambientales.

La razón por la que estos electrolitos WIS pueden trabajar en ventanas de potenciales más anchas es que no existen moléculas libres de agua de manera que desaparecen todos los problemas asociados con la inestabilidad electroquímica del agua a determinados voltajes. No obstante, además de tener una ventana ancha de potencial (que permita aumentar su densidad de energía), necesitaremos una buena respuesta dinámica del dispositivo y así preservar alta su densidad de potencia.

El objetivo de nuestro proyecto es determinar el rango de dilución específico donde un electrolito tipo WIS ofrece su mejor comportamiento en términos tanto de densidad alta como de potencia alta.

Para ello, investigaremos las interacciones (principalmente de tipo puentes de hidrógeno) entre los distintos componentes del sistema WIS por técnicas espectroscópicas como Brillouin, IR y RMN.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-5

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Físicas, Químicas, Ingenierías: Telecomunicaciones, Químicos, Materiales,...

Investigador responsable: Isabel Montero Herrero

Título: Materiales para su utilización en dispositivos de RF embarcados satélites espaciales

Resumen: El trabajo a realizar consiste en el aprendizaje y utilización de técnicas de preparación y caracterización de materiales utilizados en la industria espacial:

- Métodos de preparación: Se utilizarán métodos físico-químicos de preparación de materiales y recubrimientos. Se depositará plata, oro y níquel mediante de depósito en fase líquida y plasma sobre sustratos tecnológicos utilizados en dispositivos de RF seleccionados por la Agencia Espacial Europea.

- Técnicas de caracterización: Aprenderá y utilizará técnicas espectroscópicas de ultra-alto vacío: espectroscopía de fotoemisión de rayos-x (XPS) y de electrones Auger (AES) , realizará medidas de emisión de electrones secundarios. Aprenderá a interpretar los espectros XPS y AES. Obtendrá medidas de emisión de electrones en el ultravioleta lejano, radiación energética similar a la sometida por los satélites en el espacio extraterrestre.

- A partir de las imágenes de microscopía electrónica de barrido obtendrá los perfiles de rugosidad.

- Además, realizará medidas de emisividad térmica y de absorción utilizando bases de datos de la NASA.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-6

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en física, grado en nanociencia y nanotecnología, ingeniería de telecomunicaciones

Investigador responsable: Daniel Ramos

Título: Control de dispersión de fonones en un material nanoestructurado

Resumen: El objetivo fundamental del trabajo propuesto es la demostración experimental del control de disipación de energía en forma de dispersión de fonones en un material nanoestructurado. Para ello, durante los tres meses que dure la beca, se realizarán las siguientes tareas:

- Montaje experimental de un equipo de caracterización óptica basado en un sistema de dispersión resonante. Entre otras técnicas se realizará el alineamiento de un sistema interferométrico con hasta tres fuentes diferentes de luz: láser de longitud de onda fija, variable y supercontinuo, que abarcan desde el espectro visible hasta el infrarrojo. Nos centraremos en el precondicionamiento óptico del haz, controlando parámetros externos como potencia y polarización a través de elementos ópticos como objetivos, divisores de haz y diferentes polarizadores.
- Manipulación de muestras en un entorno limpio: manejo de cámaras y bombas de vacío
- Captura y análisis de datos en el laboratorio. Se aprenderá a manejar y controlar de forma remota la adquisición de datos. Para ello, nos familiarizaremos con el manejo de diferentes aparatos en el laboratorio como nanoposicionadores, láseres sintonizables, fotodetectores, analizadores de espectro o amplificadores lock-in.
- Caracterización experimental del acoplamiento optomecánico en membranas nanoestructuradas. Realizaremos medidas experimentales del espectro de amplitud mecánica de nanoestructuras suspendidas mientras bombeamos energía al sistema ópticamente.
- Caracterización experimental de la disipación de energía. Realizaremos medidas del factor de calidad de resonancias mecánicas de las membranas nanoestructuradas utilizando diferentes técnicas: análisis espectral y medidas del tiempo de relajación. Por último, relacionaremos estas medidas con la disipación de energía en el sistema.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-7

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grados en:
Ciencias experimentales, física o química.

Investigador responsable: Irene Palacio

Título: Atomic characterization of low dimensional hydrides

Resumen: Hydrogen is an exceptional fuel but its applicability has been limited by the difficulty of storage in the form of liquid. Available strategies for storing in tanks as compressed hydrogen are not suitable for everyday applications. There are several methods for storing hydrogen in solids, one of the most promising ones are hydrides. These materials are characterized by the presence of hydrogen atoms bound to other chemical elements to form binary compounds.

Surface science has demonstrated to be a unique approach to synthesize, characterize, model, and rationalize, with an unprecedented precision, low-dimensional systems at the atomic level. Advanced UHV-based scanning probe microscopies (STM) and photoelectron spectroscopies (XPS) permit atomic-scale structural and chemical characterization of nanoscale materials on surfaces.

In this JAE-Intro we will apply these powerful methodologies to study model hydride systems of metallic, ionic and covalent nature on surfaces and we will develop new strategies for growing low dimensional hydrides on surfaces and study their physico-chemistry in-situ with atomic precision.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-8

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Licenciatura/Grado en Física o Química

Investigador responsable: Carlos Sanchez

Título: Explorando la funcionalización de fotoelectrodos mediante la síntesis verde de nanomateriales en superficies (Green-PhotoNanoSurf)

Resumen: La sociedad actual necesita abordar el reto del cambio climático, para lo que se debe avanzar hacia una industria más sostenible sin comprometer el avance de la sociedad. Se necesita encontrar nuevos protocolos y enfoques que permitan sintetizar nuevos materiales mediante el empleo de energías renovables, así como su posterior utilización para la producción verde de energía.

Un avance muy importante en esta dirección ha sido la aparición de los nanomateriales que, gracias a su baja dimensionalidad, presentan propiedades únicas inexistentes en sus análogos mesoscópicos. Sin embargo, queda un gran camino por recorrer en lo referente a su síntesis, que suele incluir procesos y materiales poco eficientes y altamente contaminantes.

En este proyecto, se propone el estudio de un nuevo enfoque basado en la síntesis de nanomateriales fotoactivos en superficies utilizando luz para inducir las reacciones químicas. Este estudio se enmarca en la campo de la Físicoquímica de Superficies y, más concretamente, de la Síntesis en Superficies, un área de alto impacto. El candidato ayudará en el estudio experimental y fundamental de los mecanismos que operan en la escala atómica y molecular durante la realización de fotoreacciones químicas entre precursores moleculares fotoactivos en superficies. Para ello, se utilizará un enfoque multitécnica que incluye microscopía de efecto túnel (STM), espectroscopía de fotoemisión de rayos X (XPS) y condiciones altamente controladas de ultra-alto vacío. Posteriormente, dichos nanomateriales se intentarán aplicar para funcionalizar fotoelectrodos que serán examinados en la producción de hidrógeno. Este proyecto interdisciplinar tiene un alto carácter formativo al aunar diferentes disciplinas (física, química, materiales) y técnicas de caracterización de gran interés en nanociencia y nanotecnología. Se llevará a cabo en el grupo ESISNA, de reconocido prestigio internacional y con una amplia experiencia formativa.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-9

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Graduados en Química. Estudiantes de Máster en materiales para la energía, electrónica o similar

Investigador responsable: Alicia Castro

Título: Materiales monofásicos multiferroicos-magnetoeléctricos obtenidos por métodos no convencionales

Resumen: Los materiales magnetoeléctricos son facilitadores esenciales para un amplio abanico de tecnologías disruptivas. Los multiferroicos-magnetoeléctricos presentan simultáneamente ferroelectricidad y ferromagnetismo, y que son susceptibles de exhibir conmutación magnetoeléctrica, esto es, la inversión de la imanación con un campo eléctrico, lo cual promete facilitar el desarrollo de memorias de acceso aleatorio con escritura eléctrica y lectura magnética. Sin embargo, no se ha encontrado todavía un material multiferroico-magnetoeléctrico aplicable para las tecnologías anticipadas.

Esta propuesta se dirige a investigar una aproximación prometedora y novedosa: los óxidos con estructura perovskita en capas, tipo Aurivillius ((Bi₂O₂)(Am-1BmO_{3m+1})), multiferroicos. Se plantea el diseño químico, preparación, y caracterización de nuevos compuestos, mediante un nuevo concepto de diseño, orientado a contener en la estructura niveles elevados de cationes magnéticos, en concreto, el sistema con m=3, Bi₃Ti_{1-2x-y}Nb_{1+x}FexMnyO₉.

Las fases Aurivillius son materiales fuertemente anisotrópicos, por lo que su procesado cerámico promueve orientaciones cristalográficas preferentes, frecuentemente acompañadas de degradación microestructural. Por este motivo, se pretende investigar la mejora que implica la aplicación del spark plasma synthesis and sintering (SPS), en combinación con precursores activados mecanoquímicamente o mecano sintetizados, como medio de preparación de cerámicas con muy alta densificación y microestructura controlada. La utilización de la combinación de procesos de síntesis mecanoquímicos, con el procesado por SPS, aspira a convertirse en un proceso industrial de bajo impacto ambiental, con emisiones reducidas y alta eficiencia, en relación con las materias primas. Además, los materiales desarrollados cumplirían los requisitos de la directiva europea EU-Directive 2002/95/EC para la restricción del uso de plomo en equipos eléctricos y electrónicos.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-10

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Física, Química, Ingeniería Informática, Ingeniería en Ciencia de Materiales.

Investigador responsable: Eduardo Hernandez

Título: Graph Convolutional Neural Networks Applied to Materials Science Problems

Resumen: Over the last decade or so, Machine Learning (ML) Techniques have found widespread applicability both in industry and science. Particularly, Deep Learning (DL), the branch of ML that is concerned with the design, training and deployment of Artificial Neural Networks (ANN), has demonstrated the ability to address problems that were previously intractable, such as near-human image classification, speech recognition, autonomous driving, etc. However, conventional ANNs have traditionally worked with structured data, such as a matrix of pixels in an image, while very often one is confronted with relational information that cannot be easily cast into a structured data form. This limitation has motivated the development of so-called "Graph Neural Networks" (GNN). Graphs provide a more general way of representing interrelated data structures which is free of the constraints inherent to structured data. Typically, a graph consists of nodes, encoding items of information or node properties, and edges, representing relations between the nodes in the graph; edges themselves can encode information, such as properties of the relation between the pair of linked nodes. GNNs can take graphs as their input both to be trained and to address a number of graph-related problems, such as node classification, property prediction (at the node or graph level), etc.

In this project we aim to use *Graph Convolutional Neural Networks* to accelerate the design and theoretical analysis of crystalline, amorphous and molecular materials. Specifically, our aim is to design generative systems such as Variational Auto-Encoders (VAE) or Generative Adversarial Networks (GAN) capable of working with graphs, that can be trained on existing materials databases, and used in order to create new crystal or molecular structures with desirable structural or chemical/physical properties. This field of research is at the cutting edge of the application of Artificial Intelligence techniques to Materials.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-11

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Ciencias Químicas, Ingeniería Química

Investigador responsable: Berta Gomez Lor

Título: Polímeros porosos semiconductores para purificación de aguas

Resumen: El agua es una fuente primaria de vida que desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad y progreso de la sociedad. La rápida evolución económica está comprometiendo gravemente la calidad del agua y su acceso a buena parte de la población mundial. Urgen por tanto soluciones racionales a este grave problema.

La adsorción es probablemente el método de tratamiento de aguas residuales más extendido, por su fácil operación, bajo coste y diseño simple. Sin embargo, la adsorción no consigue degradar al contaminante y dificulta la regeneración del adsorbente. Por otro lado, los procesos de fotodegradación son capaces de eliminar por completo los contaminantes, pero su estudio está casi monopolizado por el óxido de titanio a pesar de no ser lo suficientemente eficiente.

Los semiconductores orgánicos basados en sistemas aromáticos π -conjugados tienen propiedades optoelectrónicas únicas, que derivan de la sensibilidad a la luz visible de su estructura π -conjugada. En estos sistemas la acción de luz puede dar lugar a la generación de un par electrón / hueco que puede ser utilizado para acelerar procesos químicos de interés. Por otra parte, partiendo de unidades con una topología adecuada y convenientemente funcionalizadas es posible obtener polímeros que presentan una porosidad persistente y alta área superficial.

En este contexto, este proyecto tiene como objetivo explorar la síntesis y el uso de polímeros porosos basados en unidades semiconductoras conjugadas fotoactivas para eliminar contaminantes emergentes del agua a través de procesos sinérgicos de adsorción@fotodegradación

En un primer paso se abordará la construcción de moléculas foto y electroactivas con conjugación extendida adecuadamente funcionalizadas con grupos reactivos. En una segunda etapa, se sintetizarán polímeros conjugados mediante la unión covalente de estas unidades. Los nuevos materiales serán investigados en procesos de detección/degradación de contaminantes orgánicos emergentes.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-12

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario

Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en Ingeniería Química

Investigador responsable: María Concepción Gutierrez

Título: Reciclado de Cátodos de Baterías de Ión de Litio (LIBs) Usadas: Diseño de Procesos de Extracción Sostenibles Basados en Disolventes Eutécticos (DESs) Para una Recuperación Eficiente y Selectiva de Metales

Resumen: El crecimiento de la demanda de almacenamiento de energía para teléfonos móviles y dispositivos electrónicos ha convertido a las baterías de ión litio (LIBs) en un elemento esencial en la actualidad. Su uso en vehículos eléctricos (para disminuir las emisiones de CO₂) y en parques eólicos y huertos solares (para mitigar la producción intermitente de energía) hace que estén ganando aún más relevancia para poder cumplir los acuerdos internacionales sobre cambio climático. Este uso generalizado provoca no sólo un consumo significativo de materias primas para su producción masiva, sino también el aumento de LIBs gastadas con el consiguiente riesgo medioambiental. Su reciclaje ofrece una solución a ambos problemas y permite devolver estos materiales a la cadena de valor (economía circular).

Este proyecto se centra en el componente más valioso de las LIBs: el cátodo, ofreciendo una alternativa más sostenible a los procesos típicamente utilizados para la extracción selectiva de los metales que lo componen y basada en el uso de disolventes eutécticos (DESs, formados por complejación vía enlaces de hidrógeno (HB) entre donadores (HBDs) y aceptores (HBAs) de HB). Así, se van a usar ácidos orgánicos como HBDs y sales de amonio (p. ej.: cloruro de colina) como HBAs, es decir, componentes abundantes, de origen natural y biodegradables, por lo que los DESs presentarán una notable sostenibilidad. En 2019 se describió por primera vez el uso de DESs para la recuperación de Li y Co de cátodos tipo LCO, y justo después, nuestro grupo mejoró en gran medida la eficiencia de la extracción (hasta aprox. el 100%) con un consumo de energía bastante bajo (a 90 °C durante 15 min).

El objetivo de este proyecto es diseñar un proceso basado en DESs que permita la extracción selectiva de metales en cátodos de tipo NMC (y eventualmente NCA y LFP), es decir, cátodos con mayor número de metales (Li, Co, Mn, Ni...) que los tipo LCO y para los que aún no se ha conseguido una separación eficiente.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-13

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Química, Ingeniería química, Ingeniería de Materiales, Ciencias experimentales, Grado Nanociencia

Investigador responsable: Javier Pérez Carvajal

Título: Aproximación a la síntesis circular de materiales funcionales cristalinos y porosos de tipo metal-orgánico (MOFs)

Resumen: La pasada década supuso el surgimiento de los materiales metal-orgánicos [1] (MOF), una nueva clase de sólidos porosos avanzados que ha emergido con un gran potencial para una gran variedad de aplicaciones principalmente aquellas basadas en fenómenos de superficie y transporte, como son el almacenamiento de gases, la eliminación de contaminantes, los procesos de separación y permeación, y catálisis, la detección rápida y selectiva, la liberación de fármacos, capacitores o conductores [2].

Las estructuras metal-orgánicas están formadas por la combinación de átomos o agrupaciones de átomos metálicos enlazados con moléculas orgánicas para formar estructuras ordenadas. Debido a la diversidad de metales y moléculas orgánicas que se pueden combinar, las estructuras y composiciones de MOFs ya sintetizados alcanzan más de 90.000 ejemplos aumentando a más de 500.000 posibles [3].

La incorporación de este tipo de materiales requiere tanto su síntesis a gran escala de manera sostenible como su avance hacia la circularidad, siendo esto un campo inexplorado hasta la fecha. En la presente JAE-Intro, que se enmarca dentro de la sublínea de ICMM “Materiales para un mundo sostenible-Materiales para Remediación Ambiental y Procesos Verdes” se abordará la síntesis de materiales arquetípicos (ej. UiO-66, MIL-125, Ni-CPO) y más preferentemente aquellos formados con compuestos orgánicos de origen natural y metales abundantes, como Al-fum, su estudio de extenuación en condiciones de aplicación y su posterior recuperación como material funcional.

1 Furokawa et al., Science, 2013, 341, 6149.

2 Eddoaudi et al., Nat. Mater., 2007, 6, 10, 718

3 Moosavi et al., Nat. Comm., 2020, 11, 4068.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-14

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Graduado en Física
Graduado en Química
Graduado en Ingeniería de Materiales
Grado en Ingeniería Biomédica

Investigador responsable: Ricardo Garcia

Título: Desarrollo de marcadores nanomecánicos para la detección de enfermedades

Resumen: En este proyecto se plantea realizar un trabajo introductorio para entender los problemas asociados al desarrollo de marcadores nanobiomecánicos para detectar enfermedades. El trabajo introductorio involucra el tipo de problemas, las metodologías, instrumentos y modelos teóricos. El proyecto está abierto a candidatos interesados en los modelos teóricos, aspectos experimentales o aquellos que deseen combinar ambos aspectos.

El proyecto plantea abordar una célula animal como un sistema físico que contiene una gran variedad de componentes sólidos (proteínas, motores moleculares, ADN, estructuras macromoleculares, sistemas bidimensionales) que interactúan en un medio acuoso. El proyecto plantea la búsqueda de marcadores nanomecánicos como la tensión superficial, los coeficientes de viscosidad, el módulo elástico o el módulo de pérdidas para caracterizar el estado mecánico de una célula y su relación con la fisiología. El proyecto contempla la introducción a los modelos teóricos y a las metodologías para caracterizar a escala nanométrica células biológicas.

El estudiante JAE se incorporaría a un grupo científico con proyección y liderazgo internacionales en los campos de nanotecnología, nanomecánica y microscopía de fuerzas.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-15

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en Física

Investigador responsable: Ramon Aguado

Título: Teoría de cúbits en sistemas híbridos superconductor-semiconductor

Resumen: A pesar de los grandes avances de los últimos años en computación cuántica, estamos todavía muy lejos de alcanzar el alto nivel de escalabilidad y redundancia (miles de cúbits) que se necesitan para corregir los errores debidos a la decoherencia cuántica.

Una de las propuestas que pretende superar este reto se basa en cúbits híbridos en los que la unión Josephson de un cúbit superconductor se reemplaza por una unión basada en un material semiconductor. Estos cúbits híbridos semiconductor-superconductor, permiten una manipulación de puertas puramente eléctrica y mejor integración y escalabilidad. A nivel más fundamental, también es posible explotar las excitaciones de cuasipartículas en estas uniones para lograr cúbits basados en estados de Andreev (superposiciones cuánticas partícula-hueco en el superconductor). Este tipo de implementaciones permiten demostrar cúbits que aúnan las ventajas de los circuitos superconductores con las que presentan los cúbits de espín en un semiconductor.

Los estados de Andreev se pueden considerar como precursores de los estados de Majorana, el análogo en física de la materia condensada a las exóticas partículas (iguales a sus propias antipartículas) predichas por Ettore Majorana en el contexto de física relativista de altas energías. La gran ventaja de un cúbit basado en estados de Majorana, denominado cúbit topológico, es que la información se almacena de manera altamente no-local, lo que, teóricamente, le hace inmune al ruido y la decoherencia. La demostración de un cúbit topológico sería una auténtica revolución en el campo.

Descripción de las tareas a realizar:

- Introducción a la superconductividad mesoscópica, estados de Andreev y Majorana.
- Cálculo del espectro Bogoliubov de Gennes de modelos normal/superconductor y distintas cantidades físicas asociadas.
- Teoría de cúbits superconductores híbridos (modelo "Cooper pair box/Transmon", potencial Josephson generalizado). Óptica cuántica en circuitos (Circuit QED).

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-16

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en Física

Investigador responsable: Ceferino Lopez

Título: Redes neuronales de láseres estocásticos

Resumen: La mayoría de las implementaciones de inteligencia artificial y aprendizaje por máquinas (que se inspiran o simulan el funcionamiento del cerebro) se ejecutan en procesadores electrónicos convencionales de silicio. Sin embargo, la inteligencia artificial requiere arquitecturas fundamentalmente diferentes a los procesadores de silicio clásicos para acercarse al funcionamiento del cerebro.

Los fotones presentan ventajas frente a otros portadores de información como los electrones ya que, careciendo de masa e interacción entre ellos, pueden compartir canales de transmisión y ésta es no disipativa con las consiguientes ventajas en velocidad de computación y ahorro energético.

Los láseres estocásticos son dispositivos fotónicos emisores de luz fáciles de fabricar y que pueden ser integrados en una plataforma material formando una red neuronal. El carácter intrínsecamente no lineal de los láseres dota dicha red de capacidad computacional requerida para encarnar inteligencia artificial. Su emisión omnidireccional, que facilita que cada laser se acopla a muchos otros, y su naturaleza aleatoria anula las demandas de precisión en la fabricación y mejora las posibilidades de acoplamiento mutuo.

Los dispositivos se fabrican practicando agujeros microscópicos (mediante técnicas de ablación láser) en una película de bio-polímero con colorante y bombeando ópticamente el segmento que los une. Estos agujeros hacen las veces de espejos y, por su rugosidad natural, actúan como centros de difusión. Como cada agujero puede pertenecer a varios resonadores, estos pueden acoplarse formando estrellas, cadenas o cualquier configuración imaginable.

Este plan permitirá aprender a fabricar redes neuronales elementales y estudiar el acoplamiento en múltiples configuraciones. La interdisciplinariedad del proyecto permite integrar químicos (síntesis de material activo láser), físicos e ingenieros (preparación del sistema fotónico) e incluso informáticos (estudio del funcionamiento mediante algo).

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-17

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en Física, Ingeniero de Materiales y similares

Investigador responsable: Jesus Ricote

Título: Electrónica Flexible: Materiales para dispositivos que capturan energía del movimiento

Resumen: Los avances realizados en terrenos como la piel electrónica o la internet de las cosas han impulsado la aparición y desarrollo de la nueva electrónica flexible. La necesidad de integrar circuitos electrónicos en todo tipo de superficies, que además se pueden deformar, es todo un reto a nivel de los materiales utilizados. Los substratos pasan del silicio rígido, utilizado en la electrónica convencional, a los plásticos o el papel, que se degradan con mayor facilidad y que son incompatibles con algunos de los procesados utilizados para depositar sobre ellos los materiales activos en el dispositivo electrónico.

Entre estas capas activas se encuentran las láminas piezoeléctricas, que son capaces de convertir energía mecánica del movimiento en eléctrica. Esta energía se puede utilizar para alimentar el dispositivo, que deja por tanto de necesitar estar conectado a una fuente de energía externa. El desarrollo de estos dispositivos electrónicos autoalimentados se enmarca en la tendencia actual de búsqueda de dispositivos electrónicos sostenibles.

El trabajo ofertado plantea el depósito de láminas piezoeléctricas sobre substratos de mica. Este material es peculiar, ya que soporta las elevadas temperaturas para el depósito de láminas piezoeléctricas sobre él, pero, para bajos espesores, es flexible. Tras realizar el depósito de láminas de dos conocidos piezoeléctricos (PbZrTiO_3 y BiFeO_3) por métodos en disolución sobre substratos de mica, se procederá a su caracterización usando diferentes técnicas, como difracción de rayos X o microscopía de fuerzas atómicas. Se procederá al depósito de electrodos interdigitales sobre las láminas depositadas y a la determinación de sus características eléctricas, para avanzar hacia el desarrollo de un dispositivo de "hvesting" mecánico, que convierte movimiento en energía para alimentar el dispositivo.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-18

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Graduado/a, Ingeniero/a o Licenciado/a en Física, Química o Ingeniería de Materiales

Investigador responsable: Enrique Vasco

Título: Cátodos composites para baterías de iones Li de estado sólido

Resumen: Las baterías de ion-Li (LIBs) constituyen una tecnología clave para la transición energética hacia fuentes renovables y eficientes que permitirán un desarrollo económico y social sostenible en línea con la estrategia europea de descarbonización. Las LIBs suplen temporalmente a las fuentes de energía renovables en aplicaciones de movilidad, mitigan su dependencia estacional, reducen la volatilidad en los precios de la energía y disminuyen nuestra dependencia de las materias primas. Las LIBs convencionales basadas en electrolitos líquidos y geles alcanzan límites prácticos de densidad de energía (~250 Wh/kg) insuficiente para el desarrollo de vehículos eléctricos funcionales y asequibles (los cuales demandan ~400 Wh/kg) que representen una alternativa real a los vehículos de combustibles fósiles. Las LIBs de estado sólido (SSLB), combinando cátodos (CAT) de alto voltaje, ánodos de metal Li y electrolitos de estado sólido (SE) con altas conductividades iónicas, son candidatas prometedoras para estas aplicaciones al proporcionar ~500 Wh/kg. Sin embargo, las SSLBs presentan serios problemas de estabilidad mecánica, química y termodinámica que conducen a su prematura degradación. En particular, la inestabilidad mecánica de la intercara CAT/SE se manifiesta en pérdida de contacto entre componentes durante la intercalación de Li.

El estudiante adquirirá competencias y entrenamiento en la preparación y caracterización de cátodos composite, que es una de las soluciones propuestas a la inestabilidad mecánica de las SSLBs. Las mezclas de cátodos serán preparadas por Pulsed Laser Deposition, y caracterizadas estructural (por microscopias electrónicas, de fuerza, difracción de rayos x) y funcionalmente en forma de semibaterías con ánodo de Li metálico. Se prevé que la capacitación sirva de estadio previo a una tesis doctoral, en el contexto del Consorcio StressLIC (2018-22)/Solimec 2022-25 (Programa UE Era.Net Cofound), que financia la investigación del grupo.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-19

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Licenciatura o MSc en química, física, ingeniería química/eléctrica, energías renovables, nanotecnol

Investigador responsable: Bernd Wicklein

Título: Nanogeneradores triboeléctricos porosos para energía renovable

Resumen: El proyecto se sitúa en el ámbito de materiales sostenibles y multifuncionales que son capaces de generar energía eléctrica renovable a la vez que contribuyen al ahorro de energía térmica. Para ello, se propone desarrollar un nuevo tipo de dispositivos eléctricos, llamados nanogeneradores triboeléctricos (TENG), basados en espumas con porosidad definida. Esa permite un aumento del rendimiento eléctrico asimismo como el aislamiento térmico. Como primera etapa experimental se fabricará espumas de diferentes materiales biopoliméricos y con distintas estructuras porosas usando metodologías como el freeze casting. Las propiedades texturales serán caracterizadas por adsorción de N₂, intrusión de Hg y microscopía SEM.

En la siguiente etapa se analizará las características eléctricas de los distintos TENGs como el potencial y corriente de salida y las curvas de potencia en función de la estructura porosa de las espumas.

En la tercera etapa se estudiará las propiedades térmicas como la conductividad y difusividad térmica de los TENGs mediante el método hot disk para su posible adecuación como aislantes térmicos en edificaciones.

En cuarto lugar, se estudiará la captación y conversión de energía eólica (vibraciones mecánicas) simulando el viento con un sistema de corriente intermitente de aire.

El programa de formación incluye técnicas de caracterización física-química de las espumas usados en los TENG a fin de procurar una formación integral en las metodológicas en investigación de materiales. El programa de trabajo de estas prácticas también debe fomentar como competencias genéricas las siguientes:

- capacidad de planificación de experimentos
- capacidad analítica y de evaluar e interpretar datos y resultados experimentales
- capacidad de trabajar con cierta independencia
- capacidad de desarrollar una mente crítica hacia los resultados
- capacidad de resolver problemas técnicas y científicas
- capacidad de resumir los resultados y redactar un informe científico

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-20

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Química, Ingeniería Química, Ingeniería de Materiales

Investigador responsable: Lourdes Calzada

Título: Métodos sostenibles de procesamiento para la integración de láminas delgadas de óxidos funcionales en sistemas microelectrónicos y de electrónica flexible

Resumen: Se diseñarán y estudiarán distintas estrategias de síntesis avanzada en disolución (fotoactivación, diseño molecular, fotocatalisis heterogénea, semillado de disoluciones, ...) para la preparación de precursores de óxidos metálicos que permitan inducir la cristalización del óxido a baja temperatura ($\leq 350^\circ\text{C}$) sobre sustratos semiconductores y flexibles.[1-3] Los óxidos estudiados estarán basados en la perovskita multiferroica y fotoferroeléctrica de BiFeO_3 y perovskitas de BiMO_3 , donde $\text{M}=\text{Cr}^{3+}$, Co^{3+} o Mn^{3+} . Estas soluciones sólidas libres de plomo tienen aplicaciones en dispositivos piezoeléctricos, piroeléctricos o fotovoltaicos, o en memorias ferroeléctricas de acceso aleatorio.

Las disoluciones sintetizadas se depositarán sobre sustratos rígidos (Si, SrTiO_3 , YAlO_3) y flexibles (plástico, metal foils), obteniéndose películas delgadas sobre las que se ensayarán distintas estrategias de procesamiento a baja temperatura asistidas con irradiación de luz UV. El objetivo es establecer unas condiciones de contorno durante la cristalización de la película delgada que permitan adelantar la formación de la perovskita.

Se estudiará la estructura cristalina, micro- y nano-estructura de estas láminas con técnicas como difracción de rayos X y microscopías electrónicas. Además, se determinará la funcionalidad de estos materiales mediante la determinación de sus propiedades dieléctricas, ferroeléctricas, piezoeléctricas y fotovoltaicas, tanto con técnicas de caracterización macroscópica sobre condensadores discretos o los fabricados con electrodos interdigitales, como con caracterización a escala nanoscópica mediante microscopía de fuerzas atómicas en modo piezorrespuesta. Estos resultados permitirán evaluar la aplicación de estas películas delgadas en dispositivos microelectrónicos y de electrónica flexible.

1. Bretos et al., Chem.Soc.Rev., 2018, 47(2), 291.
2. Barrios et al., Adv.Funct.Mater., 2022, in press.
3. M.L.Calzada and S.Gross., Chem.Eur.J., 2020, 26, 9039.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-23

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial:

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en química

Investigador responsable: Felipe Gandara

Título: síntesis y análisis estructural de materiales reticulares

Resumen: El trabajo a desarrollar estará centrado en el diseño, preparación, y caracterización de materiales reticulares. Estos son una clase de materiales que poseen estructuras cristalinas ordenadas, y que están formados por la unión a través de enlaces fuertes de unidades de construcción moleculares. Dentro de esta familia de materiales se incluyen los “Metal-organic frameworks”, MOFs, y los “covalent organic frameworks”, COFs. Los MOFs están formados por la unión de centros metálicos a través de ligandos orgánicos, mientras que los COFs están compuestos únicamente por la unión de ligandos orgánicos. Estos materiales poseen estructuras modulables, y en muchos casos poseen alta porosidad y superficie específica, gracias a lo cual encuentran aplicación en campos diversos como el almacenamiento o captura de gases de interés energético (metano, dióxido de carbono), catálisis heterogénea, o liberación de fármacos, entre otras. Una de las líneas de investigación dentro de la cual estaría englobado el trabajo está relacionada con el estudio a escala atómica de las interacciones entre los materiales y las moléculas huésped, con el objeto de entender mecanismos de reacción y diseñar catalizadores más eficientes. Por ejemplo, gracias a la naturaleza porosa y cristalina de los MOFs, es posible difundir de manera controlada moléculas de interés, susceptibles de ser transformadas químicamente, a través de las cavidades de los materiales, y estudiar por métodos cristalográficos las interacciones MOF-sustrato. El trabajo por tanto involucrará la preparación de materiales MOFs específicamente seleccionados por poseer centros activos. Estos serán analizados estructuralmente mediante técnicas de difracción de rayos X en monocristal, y se harán interaccionar con sustratos seleccionados que incluyan varios tipos de grupos funcionales. A través del análisis de los datos obtenidos, será posible determinar la configuración de estos sustratos dentro de las cavidades de los MOFs

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-24

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Área de Materiales para la Salud: Biotecnología, Química, Bioquímica, Ingeniería Biomédica o afines.

Investigador responsable: María Concepción Serrano López-Terradas

Título: Nanopartículas magnéticas de óxido de hierro para aplicaciones en inmunoterapia y regeneración neural

Resumen: En el contexto de los proyectos de investigación en curso IMAGINE (IP: M. Puerto Morales) y MAG4Spinal (IPs: Sabino Veintemillas y M. Concepción Serrano) del grupo MaMBIO, presentamos una oferta para una beca JAE-INTRO-ICU para un estudiante de Máster altamente motivado en la investigación en Materiales para la Salud. El trabajo a desarrollar se centrará en el diseño, síntesis y caracterización físico-química y biológica de nanopartículas de óxido de hierro destinadas a inmunoterapia (proyecto IMAGINE) y regeneración neural (proyecto MAG4Spinal). Específicamente, las tareas a desarrollar se centrarán en:

1. Síntesis mediante autoclave y microondas de nanopartículas magnéticas de óxido de hierro con un tamaño de núcleo de 20-50 nm para garantizar una respuesta eficaz a la acción de un campo magnético.
2. Caracterización de las propiedades físico-químicas de las nanopartículas generadas.
3. Funcionalización y posterior caracterización de las nanopartículas generadas para aplicación en inmunoterapia con células CAR-T.
4. Funcionalización y posterior caracterización de las nanopartículas generadas para aplicación en regeneración neural mediante la liberación de ARNm terapéuticos.
5. Evaluación preliminar de la biocompatibilidad de ambos tipos de nanopartículas magnéticas funcionalizadas con células del sistema inmune (macrófagos y linfocitos) y del sistema neural (progenitores de corteza cerebral), respectivamente.

El alumno desarrollará destrezas en la síntesis, caracterización y funcionalización de nanopartículas para aplicaciones biomédicas y su evaluación biológica. Además, aprenderá los aspectos básicos de metodologías clave en la investigación en nanomedicina como dispersión dinámica de luz (DLS), magnetometría de muestra vibrante (VSM), cultivo celular, microscopías electrónicas de transmisión (TEM) y barrido (SEM), microscopía confocal y citometría de flujo, entre otras.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-25

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Física, Química

Investigador responsable: Silvia Gallego

Título: Simulación computacional de materiales para espinorbitrónica

Resumen: El desarrollo de una electrónica basada en la explotación de fenómenos magnéticos, denominada espintrónica, promete resolver las dificultades de la electrónica tradicional para reducir los dispositivos a la escala nanométrica, y por tanto asegurar el futuro de la nanotecnología. Recientemente, la incorporación de interacciones derivadas del acoplamiento espín-órbita ha generado una nueva rama denominada espinorbitrónica. Su potencial es enorme, puesto que permite la creación y manipulación de corrientes de espín sin transporte de carga, dando viabilidad a una miniaturización sin precedentes al reducir la disipación térmica debida al transporte de carga eléctrica.

Las simulaciones de primeros principios ocupan un papel esencial en el desarrollo de la espinorbitrónica. Permiten determinar con gran precisión el balance de energías magnéticas a escala atómica incluyendo términos relativistas, origen del acoplamiento espín-órbita. De esta descripción se extraen además parámetros magnéticos fundamentales necesarios para el desarrollo de modelos multiescala, con los que es posible entender la respuesta de un sistema desde la escala atómica a la macroscópica bajo diferentes condiciones y estímulos.

Este trabajo propone el diseño de heteroestructuras que maximicen la competición entre canjes magnéticos tipo Heisenberg e interacciones derivadas del acoplamiento espín-órbita. La frontera entre dos materiales disimilares que aparece de forma natural en estas heteroestructuras constituye un escenario idóneo para establecer esta competición, particularmente en presencia de elementos pesados y materiales antiferromagnéticos. Admite además su manipulación controlada mediante cambios de espesor, composición o tensiones. Esto permite construir sistemas con paredes de dominio quirales, que pueden ser desplazadas sin aplicación de campos magnéticos; o de objetos topológicos sofisticados como los skyrmions magnéticos, candidatos a ser los más pequeños portadores de información.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-26

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Ciencias Físicas

Investigador responsable: Oxana Fesenko Morozova

Título: Modelización de la respuesta térmica de nanopartículas magnéticas para el tratamiento de cáncer

Resumen: La hipertermia magnética es una nueva técnica para el tratamiento del cáncer basada en el hecho de que, bajo un campo magnético alterno, las nanopartículas magnéticas disipan el calor. Este calor permite aumentar localmente la temperatura de las células cancerígenas induciendo su muerte selectiva. De esta manera se podría conseguir un tratamiento para el cáncer local y eficiente. La optimización de las condiciones del tratamiento requiere entender los procesos físicos que gobiernan el calentamiento de las nanopartículas y optimizar sus propiedades. La modelización juega un papel importante en esta optimización, ya que permite variar de un modo versátil las condiciones físicas. Hasta ahora la modelización del calentamiento de nanopartículas se ha hecho de manera global, es decir, calculando el calor total producido por el conjunto de nanopartículas. Algunas publicaciones recientes demuestran que el calor local, es decir, el que hay alrededor de una partícula aislada, puede ser más importante que el calentamiento global. Recientemente nuestro grupo ha elaborado un nuevo método de cálculo [1] que permite evaluar el calor local disipado por una nanopartícula en interacción con otras. Sin embargo, hay otros factores que pueden ser muy importantes, como, por ejemplo, la disipación del calor dentro del tumor. El presente proyecto propone modelizar la temperatura local acoplando el calor producido por una nanopartícula con la ecuación de difusión. Esto permitiría evaluar el papel que juega la concentración de nanopartículas en la retención de la temperatura dentro de un medio con características biológicas. El trabajo de carácter teórico-simulacional se realizará en el grupo de Nanoestructuras Magnéticas (<https://wp.icmm.csic.es/gnmp/>) en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, bajo la supervisión de la Dra Oksana Chubykalo-Fesenko (oksana@icmm.csic.es) y en colaboración con el grupo experimental de la Dra P.Morales

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-27

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Física o Doble grado que incluya Física

Investigador responsable: Leni Bascones

Título: Propiedades electrónicas de materiales bidimensionales

Resumen: Los materiales bidimensionales, entre los que se encuentra el grafeno, están formados por una o varias capas atómicas. Presentan un gran abanico de propiedades que dependen de los átomos que forman la capa, del número de capas atómicas y también de cómo se apilen estas capas. En particular, cuando las capas están rotadas entre ellas o se colocan encima de una red cristalina de diferente tamaño, se produce una heteroestructura de moiré, con zonas en las que los átomos de las diferentes capas están situados unos encima de otros y otras zonas en las que no. Bajo ciertas condiciones, en los patrones de moiré aparecen estados electrónicos con energías cinéticas pequeñas por lo que las repulsiones electrónicas, enmascaradas en muchos metales, pueden jugar un papel muy importante y dar lugar a transiciones de fase electrónicas y otras propiedades emergentes (que no se pueden entender trivialmente como la suma de sus constituyentes).

Un ejemplo paradigmático es el grafeno bicapa de ángulo mágico (MATBG) en el que, en 2018, se encontraron estados aislantes y superconductores inexistentes en una sola capa. De hecho, el diagrama de fases que emerge en el MATBG es muy parecido al de materiales complejos, como los superconductores de alta temperatura que son sistemas de electrones fuertemente correlacionados. En los últimos 4 años se han descubierto más heteroestructuras de moiré basadas en grafeno u otros materiales bidimensionales que presentan superconductividad, orden magnético y estados topológicos, entre otros.

En nuestro grupo llevamos años describiendo teóricamente sistemas de electrones fuertemente correlacionados con propiedades aislantes, magnéticas y superconductoras, incluyendo las heteroestructuras de moiré. La persona receptora de la JAE-Intro se introduciría en la fenomenología de estos sistemas y en las técnicas teóricas para estudiar el origen de estas fases cuánticas bajo la supervisión de Elena Bascones y María José Calderón

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-28

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado/Master en Física, Grado/Master en Química, Grado/Master en Ingeniería de Materiales.

Investigador responsable: Pablo Merino

Título: Atomic-scale characterization of interstellar dust analogues

Resumen: In recent years we have witnessed a clash between astrophysics and nanotechnology. Atomic-scale interactions govern the formation of the diverse products observed in planetary nebulae, protoplanetary discs' or in meteorites but not much is known of astronomically relevant reactions at the nanoscale. In this project we propose the exploration of interstellar and circumstellar processes using a multidisciplinary experimental approach. In the framework of laboratory astro-physics/chemistry, the student will grow interstellar dust analogues using the unique Stardust machine -which simulates the conditions of a red-giant star in the laboratory [1]- and study their structure and reactivity towards other chemical species abundant in the space- prominently aliphatics and aromatics which are relevant for the origin of life [2]. For that purpose, the student will profit from a set of in-house state-of-the-art experimental techniques including ultra-high vacuum scanning tunneling microscopy, photoelectron spectroscopies and thermal programmed desorption, and will work in close collaboration with astronomers. This multidisciplinary and multitechnique project will provide a basic formation on the emerging field of molecular astrophysics.

[1] Precisely controlled fabrication, manipulation and in-situ analysis of Cu based nanoparticles L. Martínez, et al, Scientific Reports 8, (2018).

[2] Prevalence of non-aromatic carbonaceous molecules in the inner regions of circumstellar envelopes. L. Martínez et al. Nat. Astro. 4 (2019).

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-29

Oferta solo para alumnos matriculados en un Máster Universitario Oficial: Si

Titulaciones Preferentes de esta oferta: QUIMICA

Investigador responsable: Pedro Tartaj

Título: Colloids from Earth-abundant Elements as Bricks and Mortar for Complex Materials

Resumen: Order, disorder or complexity in general are a natural consequence of structuration. Traditionally, cooperative behavior was associated with order. However, inspirational studies on the near past and recent discoveries (traffic jams or life itself to name a few) have elevated disorder to a fascinating and importantly a numerically treatable new category (2021 Nobel Prize in Physics). There is a demand from our planet (understood in terms of the GAIA principle) to implement low-impact methodologies in all aspects of everyday life. Our proposal revolves around implementing such low-impact methodologies to build complex materials from earth-abundant elements. In terms of cost-time-versatility-impact, self-assembly methods perform relatively well as fabrication techniques. In addition, these techniques allow to manufacture structures in large areas and at multiple scales. Both self-assembly of colloids and bubbles seem promising methods to maximize efficiency and limiting impact. A fundamental piece of the puzzle is the preparation of colloids to work as bricks (self-assembly of colloids) or mortar (colloids to stabilize bubbles). We, therefore, find necessary the assistance of a student having some preparative skills. The student will benefit from sharing ideas in a group of physicists and chemists where we try to correlate terms such as tailored light scattering with hyperuniform disorder and sustainability and green processes.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-30

Titulaciones Preferentes de esta oferta: física, química, biología, ingeniería

Investigador responsable: Javier Mendez

Título: Investigación con Microscopía AFM de muestras de la Antártida en busca de Microorganismos llegados por el aire

Resumen: se enmarca dentro del proyecto MICROAIRPOLAR en colaboración con Biólogos, Matemáticos, Meteorólogos e Ingenieros para entender los mecanismos de transmisión por el aire de microorganismos. Mediante microscopía AFM se analizarán muestras tomadas de la Antártida para observar virus y bacterias. Se estudiarán la morfología, disposición y agregación de bacterias.

Código: JAEIntroICU-2021-ICMM-31

Titulaciones Preferentes de esta oferta: Grado en Fisicas

Investigador responsable: Gloria Platero Coello

Título: Bits cuánticos de espín en puntos cuánticos

Resumen: Los puntos cuánticos semiconductores son una potencial plataforma para la implementación del ordenador cuántico. Recientemente se han implementado cadenas de puntos cuánticos que permiten la transferencia de información cuántica a largo alcance. El proyecto a desarrollar consiste en investigar la manipulación de bits cuánticos de espín para implementar operaciones cuánticas de uno y dos bits cuánticos y la generación de entrelazamiento de espines a largo alcance y la transferencia de información. Se investigarán distintos protocolos para ello, mediante la teoría de Floquet, cuando los hamiltonianos son periódicos en el tiempo.