

TABLA RESUMEN PLANES DE FORMACIÓN

JAE-INTRO ICMM 2025

REF	TÍTULO PLAN DE FORMACIÓN	TUTOR/A
ICMM-01.	Modelización del Calentamiento por Nanopartículas Magnéticas para el Tratamiento de Cáncer	Oxana Fesenko Morozova
ICMM-02.	Cristales Líquidos: ¿Podemos Crear un Switch Térmico?	Pedro Serena
ICMM-03.	Diseño del Transporte de Calor en Materiales 2D: un Nuevo Paradigma de Disipación Térmica	Guilherme Vilhena
ICMM-04.	Diseño y preparación de estructuras biopoliméricas para reparación medular	Marcos Daniel Zayat Souss
ICMM-05.	Aprendizaje Automático Activo para materiales cuánticos	Pablo San José Martín
ICMM-06.	Nuevas fronteras en el control de la imanación: explorando sistemas híbridos 2D-ferromagnéticos	Miriam Jaafar Ruiz-Castellanos
ICMM-07.	Materiales electrocerámicos para aplicaciones sostenibles	María Lorena Pardo Mata
ICMM-08.	Composites híbridos multifuncionales para sistemas inteligentes flexibles con operación autónoma	Miguel Alguero Giménez
ICMM-09.	Guías de onda orgánicas: fabricación, caracterización y optimización para fotónica integrada	Sara Núñez Sánchez
ICMM-10.	Estudio de la dinámica de la imanación a alta frecuencia de capas antiferromagnéticas	Rafael Pérez del Real
ICMM-11.	Nanomateriales magnéticos para tecnologías emergentes en aprovechamiento energético.	Agustina Asenjo Barahona
ICMM-12.	Diseño óptico de celdas solares bifaciales de perovskitas de haluro para entornos estratégicos	Sol Carretero Palacios
ICMM-13.	Modelado Computacional en Ciencia de Attosegundos y Materiales 2D	Antonio Picon Alvarez
ICMM-14.	Implante piezoeléctrico inalámbrico impreso en 3D basado en un biopolímero bacteriano para estimulación neuronal	Cristina Pascual-González
ICMM-15.	Procesamiento sostenible de cerámicas para aplicaciones biomédicas	Sonia López Esteban
ICMM-16.	Estados cuánticos en materiales bidimensionales. La revolución de la twistrónica	Elena Bascones
ICMM-17.	Pulse-Level Variational Quantum Eigensolver assisted by Counter-Diabatic Driving	Xi Chen
ICMM-18.	Quantum Active Learning for Efficient Quantum Machine Learning	Yue Ban
ICMM-19.	Altermagnetismo: Revolucionando la Electrónica con Materiales de Spin Alternante	Federico Serrano Sánchez
ICMM-20.	Reservoir computing with nanoscale dynamical systems	Pedro David García
ICMM-21.	Nanopartículas de óxidos metálicos para aplicaciones en fotocatalisis y sensado de gas	Yves Huttel
ICMM-22.	Fabricación de dispositivos opto-eléctricos por impresión 3D avanzada	Bernd Wicklein
ICMM-23.	Machine Learning for Tuning Artificial Kitaev Chains	Rubén Seoane Souto
ICMM-24.	Nanopartículas bimetálicas para aplicaciones en fotocatalisis y sensores de gas	Lidia Martínez Orellana
ICMM-25.	Funcionalización avanzada de biosensores de grafeno y detección de patógenos	Irene Palacio
ICMM-26.	Semiconductor Random Laser Diode	Cefe López
ICMM-27.	Aproximación a la síntesis circular de materiales conformados tipo metal-orgánico	Javier Pérez Carvajal
ICMM-28.	Advanced simulation of nanostructured complex magnetic materials	Silvia Gallego Queipo
ICMM-29.	Explorando la síntesis sostenible de materiales 2D en superficies mediante plasmónica	Pablo Merino Mateo
ICMM-30.	Nuevos materiales para la degradación de contaminantes emergentes mediante fotocatalisis solar	Eva María García Frutos

PLANES DE FORMACIÓN

JAE-INTRO ICMM 2025

ICMM-01. Oxana Fesenko Morozova oksana@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones: Física

Modelización del Calentamiento por Nanopartículas Magnéticas para el Tratamiento de Cáncer

El fenómeno de la magnetoterapia, es decir, la generación de calor por nanopartículas magnéticas está en el centro de investigación en varios campos de nanomedicina que van desde el tratamiento del cáncer por hipertermia hasta el control magnetogenético de las actividades celulares. Para el tratamiento de cáncer se usa un campo magnético externo de alta frecuencia, que hace que las nanopartículas generen calor debido a su interacción con el campo. El calor generado eleva la temperatura del tejido tumoral a aproximadamente 42-46°C, lo que daña o destruye las células cancerosas sin afectar significativamente las células sanas. Numerosos factores influyen en el comportamiento óptimo de nanopartículas magnéticas, tales como su tamaño, su forma o su concentración. Las simulaciones numéricas permiten ahorrar tiempo al evitar la realización de experimentos in vivo e in vitro, y encontrar rápidamente posibles soluciones. El objetivo del trabajo propuesto es modelizar teóricamente el calentamiento local de nanopartículas en condiciones cercanas a los experimentos y al tratamiento de cáncer. El proyecto es multidisciplinar e involucraría el aprendizaje de modelado por ordenador, magnetismo, mecánica estadística y la colaboración con experimentos del grupo de Nanomedicina de ICMM y la magnetometría de fuerzas magnéticas. En el caso de la hipertermia magnética, se utilizan programas existentes que tienen que ser modificados para integrar la dinámica del calor en un medio físico (cercano a las condiciones del tratamiento) con la dinámica de magnetización. El uso de técnicas de inteligencia artificial debería también permitir escanear rápidamente el espacio de parámetros (material, tamaño y forma de nanopartícula, campos aplicados, etc.). Las predicciones teóricas servirán como herramienta para guiar y entender los experimentos de hipertermia magnética realizados en ICMM.

ICMM-02. Pedro Serena pedro.serena@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones: Física|Química e Ingeniería Química

Cristales Líquidos: ¿Podemos Crear un Switch Térmico?

Los cristales líquidos (CL) son un fascinante ejemplo de cómo la autoorganización molecular en la nanoescala impacta las propiedades macroscópicas. Su estructura, derivada de moléculas con una "cabeza" polar y una "cola" apolar alargada, da lugar a fluidos con organización direccional, lo que explica sus conocidas propiedades ópticas y mecánicas. Sin embargo, sus efectos en el transporte de calor (TC) siguen siendo poco explorados.

En este proyecto, estudiaremos cómo la estructuración de los CL puede influir en el TC y si es posible diseñar un interruptor térmico, donde un estímulo externo controle la disipación del calor. Para ello, analizaremos el cambio de fase

del cristal líquido 5CB, modelando el comportamiento de miles de moléculas mediante simulaciones de Dinámica Molecular (DM). Esta técnica permite capturar interacciones a nivel atómico con un detalle inalcanzable por otros métodos.

El estudiante que se sume a este desafío no solo explorará un problema de vanguardia en la Física de la Materia Condensada, sino que también se familiarizará con una herramienta computacional clave para el estudio de sistemas complejos.

Si buscas un proyecto innovador en nanociencia con aplicaciones en dispositivos térmicos inteligentes, este es tu lugar. Además, existe la posibilidad de continuar con una tesis doctoral.

Más información en www.nanotrib.com.

ICMM-03. Guilherme guilherme.vilhena@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Vilhena Física|Química e Ingeniería
Química

Diseño del Transporte de Calor en Materiales 2D: un Nuevo Paradigma de Disipación Térmica

¿Sabías que, a la nanoescala se puede transportar la energía térmica a través de un hilo sin calentarlo?

Experimentos recientes han demostrado un comportamiento exótico en la conducción del calor que desafía la ley de Fourier, algo que Fermi ya había teorizado, pero que aún no comprendemos del todo.

En plena era de la nanotecnología, donde el control térmico es clave para aplicaciones en energía y sostenibilidad, este proyecto busca desarrollar un marco teórico predictivo para diseñar el transporte de calor (TC) en materiales bidimensionales (M2D).

El grafeno de doble capa retorcida ha revolucionado la física del estado sólido mediante la twistrónica, al modificar sus propiedades mediante un ángulo de torsión entre capas. Si bien los primeros estudios se enfocaron en propiedades electrónicas, nuestro interés radica en sus propiedades térmicas. El grafeno monocapa ya supera al diamante en conductividad térmica debido a sus propiedades flexurales, pero la superposición de capas altera estos efectos, afectando el TC de formas aún no completamente exploradas.

Nuestro objetivo es comprender qué mecanismos físicos gobiernan el TC en M2D, con especial énfasis en la influencia del ángulo de torsión. Para ello, utilizaremos simulaciones de dinámica molecular fuera del equilibrio, una herramienta ideal para modelar el transporte térmico incluyendo procesos de dispersión.

Si te apasiona la física teórica y la nanotecnología, y buscas un reto con impacto real, este proyecto te ofrece la oportunidad de iniciar un camino que podría evolucionar en una tesis doctoral. Únete a nuestro equipo y ayúdanos a redefinir el futuro de la disipación térmica a nanoescala.

Más información en www.nanotrib.com.

ICMM-04. Marcos D. Marcos.Zayat@csic.es
Zayat
Souss

Oferta preferente titulaciones:
Química e Ingeniería
Química|Ingeniería de
Materiales|Biomateriales

Diseño y preparación de estructuras biopoliméricas para reparación medular

El proyecto pretende elaborar estructuras porosas de polímeros biocompatibles y nanopartículas magnéticas mediante impresión 3D como medio para el crecimiento neuronal en roturas medulares.

Se trabajará con biopolímeros como la gelatina, quitosano, ácido hialurónico, alginatos, agarosa, etc. buscando la reducción de la citotoxicidad y las propiedades mecánicas que permita la compatibilidad y el crecimiento de las células neuronales. Asimismo, se incorporarán las nanopartículas magnéticas en las estructuras y se estudiarán las condiciones necesarias para permitir la impresión de estos biogeles con tecnología de impresión 3D adaptada a estas tintas singulares.

Los materiales preparados se caracterizan mediante microscopía electrónica, medidas de susceptibilidad magnética y compatibilidad / toxicidad en relación a las células neuronales que se pretende crecer.

La formación del estudiante incluirá:

- Diseño de la matriz polimérica
- Preparación de las "tintas" que se utilizarán para imprimir la estructura 3D
- Adaptación de la impresora y el procedimiento de impresión para que se adecúe a las tintas preparadas. (temperaturas, flujos, espesores, etc.)
- Preparación de nanopartículas magnéticas y su incorporación en la matriz.
- Caracterización de la toxicidad de los biogeles mediante la introducción de células en la estructura y estudio de supervivencia.
- Estudio de la estructura (morfología) mediante microscopía óptica y electrónica.
- Caracterización de las propiedades mecánicas de las bioestructuras mediante técnicas de indentación.
- Caracterización de las propiedades magnéticas de los biogeles mediante medidas de susceptibilidad magnética

Los materiales obtenidos que reúnan todos los requisitos necesarios podrán ser implantados en animales de laboratorio para comprobar su actividad. Esto no será parte de la formación de los estudiantes.

ICMM-05. Pablo San pablo.sanjose@csic.es
José Martín

Oferta preferente titulaciones:
Física

Aprendizaje Automático Activo para materiales cuánticos

El Aprendizaje Automático Activo (AAA), o Active Machine Learning, está encontrando aplicaciones poderosas en Física de Materiales. Un objeto relevante para describir un material, como, por ejemplo, su matriz densidad, puede crecer rápidamente en complejidad hasta contener demasiada información para ser simulada eficientemente en un ordenador. El AAA emplea una representación en términos de trenes de tensores (TT) que pueden optimizarse muestreando e interpolando inteligentemente partes de dicho objeto. El algoritmo se conoce como Tensor Cross Interpolation (TCI), y su generalización quantum TCI. La representación en TT resultante es capaz de codificar una cantidad enorme de información jerárquica del sistema, y de procesarla con una eficiencia exponencialmente mayor que los métodos directos, ejecutando eficientemente operaciones como la evolución temporal cuántica, trazas, transformadas de

Fourier, etc. Este tipo de enfoques ha irrumpido recientemente en el campo de los materiales cuánticos, y supone una nueva vía para la simulación de materiales cuánticos.

Ofrecemos al estudiante una introducción a las técnicas AAA en materiales cuánticos. Se formará en los algoritmos, su eficiencia, aplicaciones, y su implementación en el lenguaje Julia, así como en técnicas básicas de programación y simulación numérica. Se aplicará estas técnicas al cálculo de TT de matrices densidad en cristales bidimensionales como el grafeno o sus multicapas rotadas (materiales de Moiré). Se explorará cómo aplicar los TT a, por ejemplo, la dinámica del material en respuesta a pulsos electromagnéticos, o la ruptura de simetría como resultado de interacciones electrónicas. El estudiante trabajará en el grupo Quantum Dynamics of Materials, con gran experiencia en técnicas numéricas y materiales cuánticos. Podrá aprovechar las oportunidades formativas del ICMM como seminarios y cursos de especialización ("Fronteras en Ciencia de Materiales" o "Emergence of Quantum Phases in Novel Materials").

ICMM-06. Miriam Jaafar miriam.jaafar@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones:
Física|Ingeniería Materiales

Nuevas fronteras en el control de la imanación: explorando sistemas híbridos 2D-ferromagnéticos

Aunque muchas de las propiedades excepcionales de los materiales 2D se han investigado a fondo, su influencia en otros sistemas ferroicos o multiferroicos sigue siendo un tema relativamente poco explorado. Quedan sin resolver algunas cuestiones relativas a los efectos de proximidad magnética, es decir cómo las propiedades magnéticas de un material modifican o inducen el comportamiento magnético de una capa adyacente (magnética o no magnética) a través de su proximidad o acoplamiento, así como la influencia del dopaje o deformaciones. Combinaremos materiales 2D como el grafeno, FePS o el Fe_3GaTe_2 que abarcan diferentes comportamientos magnéticos a temperatura ambiente (diamagnetismo, paramagnetismo o ferromagnetismo) con sustratos ferromagnéticos.

Se utilizarán diferentes variantes avanzadas de microscopía de fuerzas atómicas (AFM) tales como la microscopía de fuerzas magnéticas (MFM), el AFM conductor (C-AFM) o la microscopía de sonda Kelvin (KPFM) para estudiar las propiedades magnéticas y electromecánicas de estos materiales a escala nanométrica. Se estudiarán cambios en los sistemas híbridos aplicando de forma local deformaciones mecánicas o estímulos externos (por ejemplo, campo magnético o campo eléctrico). Entender y controlar este tipo de materiales será muy importante para el control eléctrico del ferromagnetismo a temperatura ambiente y su empleo en dispositivos magnetoelectrónicos y espintrónicos 2D de próxima generación operados a temperatura ambiente.

ICMM-07. Lorena Pardo lpardo@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones:
Física|Ingeniería Materiales|
Ingeniería de Telecomunicaciones

Materiales electrocerámicos para aplicaciones sostenibles

Esta propuesta trata de materiales respetuosos con el medio ambiente para su uso como sensores, transductores y actuadores en una nueva generación de dispositivos con aplicaciones sostenibles en el campo de la predicción meteorológica, generación de energía o seguridad de la industria alimentaria.

Estos dispositivos pueden estar espacialmente distribuidos, autoalimentados e interconectados. Ello se fundamenta en la conversión de energía mecánica en eléctrica (efecto piezoeléctrico directo) y viceversa (efecto inverso). Estos materiales son los materiales cerámicos ferro-piezoeléctricos, unos materiales iónicos policristalinos de alta pureza. En particular, se estudiarán soluciones sólidas con estructura de tipo perovskita (ABO_3). En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo en la comunidad científica para sustituir las cerámicas piezoeléctricas comerciales con una gran cantidad de plomo en su composición. Estos son menos peligrosos para el medio ambiente y la salud humana durante el período de fabricación y final de vida del dispositivo. La búsqueda de sustitutos de los titanatos-circonatos de plomo (PZT) ha llevado al desarrollo de materiales cuyas características aún no se conocen de una manera igualmente amplia. En particular el grupo receptor viene desarrollando un esfuerzo en el estudio de sus propiedades funcionales. Este proyecto reúne características de las tres líneas de acción del ICMM, Materiales para un mundo sostenible, materiales para la salud y materiales avanzados para la electrónica. También presenta un alto grado de interdisciplinariedad al necesitar tanto del procesado de la cerámica, como de su caracterización físico-química (ATD-TG, DRX, SEM...) y funcional (die-y piezoeléctrica).

ICMM-08.	Miguel Alguero Giménez	malguero@icmm.csic.es	Oferta preferente titulaciones: Física Química e Ingeniería Química Ingeniería de Materiales
----------	------------------------------	-----------------------	--

Composites híbridos multifuncionales para sistemas inteligentes flexibles con operación autónoma

Los sistemas inteligentes flexibles con operación autónoma son el corazón de la electrónica conformable y los dispositivos médicos bio-implantados, así como nodos autónomos en redes de sensores inalámbricos, llamadas a ser ubicuas en la sociedad digital. Entre las aproximaciones en investigación destacan los materiales compuestos (composites) de fases inorgánicas piezoeléctricas o magnetostrictivas incluidas en matrices poliméricas activas, capaces de proporcionar capacidades de detección, actuación y recolección de energía. La alimentación de los nodos a partir de energía disipada en el medio se considera esencial como alternativa a las baterías. El estado del arte son los composites particulados piezo- y magnetoeléctricos consistentes en partículas inorgánicas, bien $Pb(Zr,Ti)O_3$ ferroeléctrico o la aleación metálica con magnetostricción gigante Terfenol-D, dispersas en matrices poliméricas piezoeléctricas de PVDF-TrFE. Este copolímero, sin embargo, no es ni bio-basado ni biodegradable, y las fases inorgánicas contienen elementos tóxicos o críticos. Es por tanto necesario desarrollar alternativas verdes en el contexto de la transición ecológica.

Ésta es la línea de investigación en la que se enmarcaría el plan de formación, y en concreto en el estudio de un bio-poliéster ópticamente activo, el poli-L-ácido láctico (PLLA), combinado con fases inorgánicas funcionales libres de elementos tóxicos o críticos, para la fabricación de composites particulados con prestaciones piezo- y magnetoeléctricas elevadas. Se usará, como técnica de fabricación aditiva capaz de producir PLLA con morfología piezoeléctrica, impresión 3D a partir de fundido. El estudiante se introducirá en la investigación de estos materiales multifuncionales y sus aplicaciones, y adquirirá capacidades en un abanico de técnicas de procesado avanzado, de caracterización estructural y microestructural, y de las propiedades físicas en distintas escalas.

ICMM-09. Sara Núñez Sánchez S.Nunez.Sanchez@csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Física|Química e Ingeniería
Química|Nanociencia, Ingeniería
en Telecomunicaciones

Guías de onda orgánicas:

fabricación, caracterización y optimización para fotónica integrada

Los dispositivos fotónicos convencionales dependen de semiconductores inorgánicos, los cuales requieren materiales críticos y escasos como el indio o galio. Para avanzar hacia tecnologías sostenibles, es necesario explorar alternativas orgánicas que permitan la fabricación de chips fotónicos no basados en semiconductores tradicionales.

En este proyecto, nos inspiramos en los sistemas fotosintéticos naturales, donde los complejos de captación de luz están organizados de manera nanométrica y altamente eficiente para optimizar la absorción y transferencia de energía. Un componente clave en estos sistemas son los agregados J, que funcionan como antenas fotosintéticas, absorbiendo luz de forma selectiva y facilitando el transporte de excitones con mínimas pérdidas.

Siguiendo esta estrategia bioinspirada, el objetivo de este proyecto es desarrollar guías de onda orgánicas compuestas por agregados J en las que el índice de refracción y la función dieléctrica puedan modularse mediante su composición permitiendo un transporte de luz con mínimas pérdidas.

Metodología

1. Fabricación de películas delgadas
 - Preparación de mezclas de agregados y polímeros.
 - Depósito de las películas mediante spin-coating.
2. Caracterización óptica y estructural.
 - Elipsometría espectroscópica para determinar la función dieléctrica.
 - Transmisión y reflectancia (UV-Vis) para evaluar la respuesta óptica.
 - AFM o perfilometría para medir el grosor de las películas.
3. Diseño de guías de onda planares orgánicas.
 - Selección de la composición con mayor índice de refracción.
 - Diseño de una guía de onda planar.
4. Fabricación y caracterización de la guía de onda
 - Fabricación de la guía de onda con las composición óptima.
 - Medición de propagación óptica mediante acoplo por prisma.

Resultados

Este proyecto permitirá comprender cómo la composición molecular afecta la respuesta óptica de materiales orgánicos y, como podemos usarlos para diseñar y fabricar componentes fotónicos.

ICMM-10. Rafael Pérez del Real rafael.perez@icmm.csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Física|Ingeniería de Materiales

Estudio de la dinámica de la imanación a alta frecuencia de capas antiferromagnéticas

Las películas antiferromagnéticas sintéticas consisten en dos o más capas ferromagnéticas que están separadas por espaciadores metálicos no magnéticos o barreras túnel. La densidad de espín oscilante conduce a un acoplamiento de canje entre capas que oscila con la distancia entre las capas ferromagnéticas. Al cambiar el grosor del material no magnético entre dos capas magnéticas, se puede ajustar la interacción de ferromagnética (alineación paralela de la imanación), a antiferromagnética (alineación antiparalela). Para espaciadores

gruesos se suprime el acoplamiento de canje entre capas. El acoplamiento de canje entre las capas juega un papel importante en su aplicación en dispositivos tales como medios de grabación o componentes de memorias de acceso aleatorio (MRAM) ya que el funcionamiento de estos dispositivos depende de la inversión de la imanación en cada capa.

Se propone la fabricación de este tipo de multicapas mediante la técnica de evaporación. Estas multicapas serán FeCo/Ru/FeCo, con espesor de película de FeCo de 20 nm y Ru entre 0.5 y 5 nm. Con estos espesores obtendremos los tres tipos de canje explicados más arriba.

Una vez fabricadas las capas se realizará una caracterización estructural mediante difracción de rayos X en incidencia rasante y magnética mediante magnetómetro de muestra vibrante (para la caracterización volumétrica) y magnetometría por efecto Kerr (para la caracterización magnética local de la capa superior).

Una vez caracterizadas las películas fabricadas, el objetivo de este trabajo es el estudio de la dinámica de la imanación de las capas antiferromagnéticas a alta frecuencia. Primero, aplicando pulsos de campo magnético de nanosegundos estudiaremos los tiempos de rotación de la imanación en las dos capas magnéticas, obteniendo su frecuencia de oscilación, así como los parámetros de amortiguamiento. Posteriormente, usando un analizador de redes vectorial, estudiaremos la formación de ondas de espín.

ICMM-I I. Agustina aasenjo@icmm.csic.es
Asenjo
Barahona

Oferta preferente titulaciones:
Física|Ingeniería de Materiales

Nanomateriales magnéticos para tecnologías emergentes en aprovechamiento energético.

Ante la urgencia climática que sufre nuestro planeta, es imprescindible potenciar la reutilización de energía. Uno de los ámbitos más prometedores es el del aprovechamiento de la energía térmica liberada en líneas de transmisión o dispositivos electrónicos [1] ya que los centros de tecnología de la información y la comunicación podrían producir el 20% de las emisiones globales de carbono en 2030. Entre las distintas propiedades termoeléctricas y termomagnéticas estudiadas en los últimos años (efecto Seebeck o Nernst anómalo (ANE)) el ANE está siendo revisitado debido a la alta eficiencia energética y menor complejidad del diseño de dispositivos [2].

Nuestro grupo, con gran experiencia en el diseño, síntesis, caracterización y simulación de nanomateriales magnéticos con especial incidencia en los procesos de inversión de imanación inducidos por campos magnéticos o corrientes [3], está actualmente explorando las propiedades termomagnéticas de multicapas magnéticas para uso en aprovechamiento energético [4]. Somos además expertos en técnicas avanzadas de Microscopía de Fuerzas Magnéticas (MFM) para estudiar procesos de imanación in situ [5,6].

El trabajo que se propone encaja en estas líneas y tendrá las siguientes tareas:

1. Preparación multicapas (ferromagnéticos/metal pesado) mediante técnicas físicas
2. Caracterización magnética (magnetometría) y topográfica mediante microscopía de fuerzas
3. Obtención de la estructura de dominios en diferentes estados magnéticos mediante MFM
4. Realización de medidas de magnetoresistencia y termomagnéticas (ANE)
5. Evaluación de su uso en dispositivos de reutilización de energía.

- [1] Annapureddy et al., 2017, Sustainable Energy Fuels, 1, 2039.
- [2] Mizuguchic et al., 2019, STAM, 20, 262
- [3] Bran et al., 2018, ACS Nano, 12, 5932
- [4] Lopez-Polin et al., 2022, ACS Applied Energy Materials, 5, 11835
- [5] Kazakova et al., 2019, J. Appl. Phys. 125, 060901
- [6] Berganza et al., 2017, Sci. Rep. 7, 11576

ICMM-12. Sol sol.carretero@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Carretero Física|Ingeniería de Materiales

Diseño óptico de celdas solares bifaciales de perovskitas de haluro para entornos estratégicos

En una sociedad con creciente demanda energética, producir electricidad de manera limpia y eficiente es fundamental. Las celdas fotovoltaicas ofrecen una solución sostenible al reducir la dependencia de combustibles fósiles y minimizar el impacto ambiental. Sin embargo, su adopción masiva aún enfrenta desafíos, como los costos de materiales, la eficiencia de conversión y su integración en distintos entornos.

En este contexto, las perovskitas de haluro han surgido como materiales prometedores gracias a sus sobresalientes propiedades optoelectrónicas y su proceso de fabricación sencillo y económico. Estas características las posicionan como candidatas ideales para el desarrollo de celdas solares de tercera generación.

Este proyecto se enfocará en el diseño optoelectrónico y la optimización de celdas solares bifaciales basadas en perovskitas de haluro mediante simulaciones numéricas. Su innovadora arquitectura permite absorber luz por ambas caras, maximizando el aprovechamiento de los fotones reflejados por distintas superficies y entornos.

Un aspecto clave será evaluar su viabilidad en aplicaciones reales, considerando ubicaciones estratégicas a nivel global. Se analizará el rendimiento de estas celdas en distintos escenarios, como campos de cultivo (donde el albedo del suelo puede incrementar la eficiencia), estaciones de esquí (donde la nieve refleja gran cantidad de luz solar) y superficies acuáticas (cuyo efecto reflectante puede aprovecharse). Estas condiciones permitirán optimizar su eficiencia en función de factores geográficos y ambientales.

El trabajo se llevará a cabo en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC), en el campus de la Universidad Autónoma de Madrid. Se busca un estudiante de física o ingeniería con conocimientos en computación. Es imprescindible que sepa y disfrute programar, preferiblemente en Python.

El proyecto estará supervisado por la ganadora del Premio a la Mejor Dirección de Tesis Novel 2023 del CSIC (1ª Edición).

ICMM-13. Antonio antonio.picon@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Picón Física|Química e Ingeniería
Álvarez Química

Modelado Computacional en Ciencia de Attosegundos y Materiales 2D

La ciencia de attosegundos (10-18 segundos) se dedica al estudio de procesos electrónicos que ocurren en escalas de tiempo de ese orden, permitiendo la observación y control de electrones ultrarrápidos en materiales. La respuesta óptica de los materiales está determinada por esta dinámica electrónica inducida por la luz. De particular interés son los materiales bidimensionales (2D), como

el grafeno y los dicalcogenuros, que exhiben propiedades ópticas únicas que los hacen ideales para aplicaciones de optoelectrónica y fotónica. Por otro lado, el modelado computacional se ha convertido en una herramienta esencial para comprender y predecir el comportamiento de estos sistemas, facilitando el diseño de nuevos materiales y dispositivos con propiedades optimizadas [1].

Este proyecto en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC) se enfoca en el modelado computacional de materiales 2D bajo la influencia de pulsos láser de attosegundos. Las tareas incluyen la simulación de procesos de excitación y relajación a partir de las ecuaciones de la densidad dependiente del tiempo. El objetivo es investigar fenómenos como la dinámica de excitones en estos materiales, proporcionando una comprensión profunda de sus propiedades electrónicas y ópticas en condiciones fuera del equilibrio [2,3].

El estudiante recibirá formación en los métodos de simulación de dinámica electrónica en materiales 2D, incluyendo técnicas avanzadas de modelado computacional. Además, participará en seminarios y cursos ofrecidos por el ICMM, como la escuela "2D materials: oxide membranas, twistrónica and beyond", que aborda las últimas tendencias en investigación de materiales 2D.

[1] S M Cavaletto et al., "The attoscience of strong-field-driven solids", Nature Reviews Physics 7, 38 (2025)

[2] J F P Mosquera et al., "Topological phase transitions via attosecond x-ray absorption spectroscopy", Rep. Prog. Phys. 87, 117901 (2024)

[3] M Malakhov et al., Communications Physics 7, 196 (2024)

ICMM-14.	Cristina Pascual-González	cristina.pascual@csic.es	Oferta preferente titulaciones: Física Química e Ingeniería Química Ingeniería de Materiales Biomateriales
----------	---------------------------	--------------------------	---

Implante piezoeléctrico inalámbrico impreso en 3D basado en un biopolímero bacteriano para estimulación neuronal

La estimulación eléctrica es una estrategia prometedora para tratar y reparar lesiones neuronales, como la enfermedad de Parkinson, el dolor crónico y la parálisis. Sin embargo, la estimulación eléctrica tradicional se realiza implantando electrodos conectados a un generador de impulsos, lo que deja heridas abiertas en el paciente. Los dispositivos piezoeléctricos (PE) han surgido como candidatos prometedores para la estimulación eléctrica remota mediante la aplicación de vibraciones. Sin embargo, la biocompatibilidad de los actuales dispositivos PE para la estimulación neural sigue siendo un reto.

El proyecto JAE Intro propone desarrollar un prototipo piezoeléctrico biocompatible y biodegradable mediante impresión 3D. El enfoque novedoso de este proyecto reside en inducir propiedades piezoeléctricas en un biopolímero de origen bacteriano y mejorar la sensibilidad del dispositivo. Para ello, se utilizará la técnica de modelado por deposición fundida (en inglés, FDM).

En primer lugar, el candidato adquirirá conocimientos físicos sobre piezoelectricidad y se familiarizará con técnicas de caracterización de propiedades piezoeléctricas. En segundo lugar, desarrollará habilidades por medio del diseño y la impresión 3D, aprendiendo el efecto que tienen los parámetros de impresión (temperatura de extrusión, velocidad de impresión, etc...) sobre las propiedades del material. Por último, adquirirán competencias profesionales (autonomía, determinación y herramientas para desenvolverse ante los problemas) en el ámbito de la investigación, que le resultarán útiles para adentrarse en el mundo laboral. El estudiante tendrá acceso a seminarios y cursos

organizados por el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), como las Lectures on Materials Sciences y el programa Fronteras en Ciencia de Materiales, que abarcan temáticas relacionadas con biomateriales. Además, el ICMM ofrece formación en técnicas avanzadas de caracterización de materiales e impresión 3D.

ICMM-15. Sonia s.lopez.esteban@csic.es Oferta preferente titulaciones:
López Física|Química e Ingeniería
Esteban Química|Ingeniería de Materiales

Procesamiento sostenible de cerámicas para aplicaciones biomédicas

El objetivo del trabajo es el desarrollo de diferentes rutas de procesamiento cerámico respetuosas con el medio ambiente basadas en agua, esto es, sin uso de disolventes orgánicos. Se investigarán diversas aproximaciones que permitan reducir el impacto ambiental de todos los procesos involucrados en el procesamiento del material. Específicamente, se estudiará la reducción de los tiempos y temperaturas de síntesis y de sinterización del material. Todos estos trabajos de procesamiento tienen un impacto directo en la fabricación de, entre otras, las electrocerámicas libres de plomo. Éstas son alternativas a los titanatos circonatos de plomo (PZT), predominantes en las aplicaciones actuales y que deben ser reemplazados de acuerdo con la normativa europea. Particularmente, estos electrocerámicos tienen una de sus aplicaciones más novedosas en Medicina, en la fabricación de implantes dentales activos capaces de generar señales eléctricas por conversión electromecánica que promuevan el crecimiento y regeneración del hueso. En este tipo de aplicaciones es fundamental la no-citotoxicidad y la biocompatibilidad de los materiales. Además del procesamiento, se estudiarán en cada una de las etapas las propiedades físico-químicas por distintas técnicas, tales como difracción de rayos x de sincrotrón, microscopía electrónica, análisis térmico, etc. así como la no-citotoxicidad del material. El trabajo planteado queda enmarcado dentro de las líneas estratégicas del ICMM en los temas de Materiales para la energía, Química verde y Materiales para la salud.

ICMM-16. Elena leni.bascones@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Bascones Física

Estados cuánticos en materiales bidimensionales. La revolución de la twistrónica

El descubrimiento de estados aislantes y superconductores en bicapas de grafeno rotadas en 2018 es, sin duda, uno de los hallazgos más importantes en física de los últimos años. Dio lugar a una revolución y a una nueva área de investigación: la twistrónica y las propiedades electrónicas en heteroestructuras moiré.

Con materiales bidimensionales de un átomo de espesor, como el grafeno, se pueden diseñar materiales a la carta combinando dos o más capas del mismo u otro material.

Las estructuras moiré, con una celda unidad mucho más grande, de incluso miles de átomos, se generan apilando dos capas del mismo material ligeramente rotadas o dos capas con una estructura atómica que no sea igual. Las propiedades electrónicas de estos materiales son especialmente sorprendentes y pueden controlarse y modificarse in-situ.

En los últimos años se ha detectado una riqueza de fases cuánticas no vista en ningún otro material y que además pueden controlarse a voluntad. Las novedosas propiedades surgen de las interacciones entre electrones, siendo particularmente

no convencionales dada la peculiar topología de las funciones de onda en estos sistemas. Esta riqueza permitirá tecnologías disruptivas, desde ordenadores cuánticos, memorias no volátiles o sensores

La persona receptora de la JAE-Intro trabajará en la descripción teórica de los estados cuánticos en este tipo de sistemas, intentando entender su naturaleza y propiedades, y proponiendo experimentos que permitan desentrañar el origen de estas fases cuánticas y predecir otras.

“El mundo cuántico de los materiales

(<https://cienciayelazarrelativo.blogspot.com/2021/05/el-mundo-cuantico-de-los-materiales.html>) y vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=poWvsDOiM3E>.

Twistronics. Charlas 1 y 3 en

<https://www.youtube.com/watch?v=rERPGhC8u5o>

ICMM-17. Xi Chen xi.chen@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Física

Pulse-Level Variational Quantum Eigensolver assisted by Counter-Diabatic Driving

Este proyecto busca desarrollar un algoritmo de autovalor cuántico variacional a nivel de pulso asistido por conducción contradiabática (CD) (Pulse-VQE) para mejorar la optimización cuántica y la preparación de estados propios en dispositivos NISQ. A diferencia de los enfoques tradicionales basados en compuertas, este método opera directamente a nivel de pulso, lo que permite un control más preciso sobre la dinámica del sistema cuántico. Se diseñarán estrategias avanzadas de control a nivel de pulso, integrando términos CD para reducir la profundidad del circuito, minimizar errores no adiabáticos y mejorar la estabilidad del sistema, aumentando así la fidelidad en la ejecución de algoritmos cuánticos en hardware ruidoso. El enfoque combinará la conformación de pulsos optimizada y el aprendizaje automático, incluidas técnicas de optimización basadas en aprendizaje automático, para mejorar la eficiencia en la preparación de estados cuánticos. Esto será clave en aplicaciones de simulación de materiales y química cuántica, donde la precisión en la determinación de valores propios y estados fundamentales es esencial para modelar sistemas físicos complejos. Para evaluar la eficacia del método, se realizará un análisis comparativo de Pulse-VQE asistido por CD frente a métodos estándar basados en compuertas, considerando métricas como fidelidad, robustez al ruido y escalabilidad a sistemas más grandes. Además, se explorará la posibilidad de aplicar este enfoque a problemas más amplios en física de materiales, química computacional y optimización combinatoria. Al aprovechar el control a nivel de pulso, se abrirán nuevas oportunidades para mejorar la ejecución de algoritmos cuánticos variacionales en el hardware actual, lo que aumentará la viabilidad de aplicaciones prácticas en química, materiales y más allá.

ICMM-18. Yue Ban yue.ban@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Física

Quantum Active Learning for Efficient Quantum Machine Learning

La/El estudiante explorará e implementará el aprendizaje activo cuántico (Quantum Active Learning, QAL) para optimizar modelos de aprendizaje automático cuántico (Quantum Machine Learning, QML), minimizando el uso de recursos cuánticos y manteniendo una alta precisión en las predicciones. La formación se centrará en el desarrollo de métodos eficientes de selección de datos cuánticos y en la evaluación de su rendimiento mediante simulaciones.

Proceso de Formación

Fase 1: Fundamentos Teóricos y Revisión Bibliográfica

La/El estudiante aprenderá los principios del QML y sus desafíos, estudiará los conceptos del aprendizaje activo, y revisará los marcos teóricos existentes en QML y sus aplicaciones.

Fase 2: Implementación y Desarrollo de Algoritmos

La/El estudiante implementará QAL utilizando Qiskit, PennyLane, etc, desarrollando estrategias de selección de consultas (como muestreo basado en incertidumbre o entropía) para guiar el aprendizaje adaptativo. También diseñará circuitos cuánticos que incorporen aprendizaje activo para tareas de clasificación o regresión y comparará el rendimiento con modelos sin aprendizaje activo.

Fase 3: Evaluación, Optimización e Informe Final

Se evaluará el rendimiento de los modelos QAL en comparación con enfoques de aprendizaje activo clásico. La/El estudiante analizará el impacto de la selección de consultas en la eficiencia de los recursos cuánticos, optimizará QAL para reducir los costos de medición cuántica y explorará la posible integración de QAL con kernels cuánticos para mejorar la selección de datos. Finalmente, preparará un informe con los resultados y direcciones futuras de investigación.

Al finalizar la formación, la/el estudiante comprenderá los fundamentos del QAL, adquirirá experiencia práctica en la implementación y simulación de modelos de QML, desarrollará estrategias eficientes de aprendizaje activo para modelos cuánticos, será capaz de evaluar y comparar el rendimiento de modelos QAL en distintos escenarios.

ICMM-19. Federico fserrano@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones:
Serrano Física|Química e Ingeniería
Sánchez Química|Ingeniería de Materiales

Altermagnetismo:

Revolucionando la Electrónica con Materiales de Spin Alternante

El altermagnetismo es una fase magnética recientemente descubierta que combina las características del ferromagnetismo y el antiferromagnetismo. Se caracteriza por un orden magnético colineal con una alternancia en la polarización de espín en el espacio recíproco, lo que resulta en una división de bandas de espín sin magnetización neta. Esta propiedad permite la manipulación de corrientes de espín sin generar campos magnéticos externos, abriendo nuevas posibilidades en aplicaciones en espintrónica y computación cuántica.

El proyecto propuesto se centra en la síntesis y caracterización de monocristales altermagnéticos. Las tareas incluyen el crecimiento de estos cristales mediante "Chemical Vapour Transport (CVT)", seguido de su análisis estructural y electrónico utilizando difracción de rayos X, y medidas de momento magnético, susceptibilidad, efecto Hall y Nernst. El objetivo es comprender las propiedades emergentes de estos materiales y evaluar su potencial en dispositivos magnéticos de alta velocidad y eficiencia energética.

El estudiante seleccionado participará en seminarios especializados organizados por el ICMM, como "Lectures on Materials Sciences" y "Alternative Theory Seminars", que abordan temas de vanguardia en ciencia de materiales. Además, tendrá la oportunidad de asistir al curso de postgrado "Fronteras en Ciencia de Materiales", que ofrece una visión integral sobre el diseño, preparación y aplicaciones de nuevos materiales. Junto con la formación que recibirá a través de la consecución del programa, obtendrá una base sólida en técnicas experimentales y teóricas dedicadas a la investigación de materiales magnéticos avanzados.

ICMM-20. Pedro David García

pd.garcia@csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Física|Computer Science,
Informática

Reservoir computing with nanoscale dynamical systems

Revolutionizing AI Hardware: Can Light and Thermal Motion Compute Smarter? Artificial intelligence is energy-hungry. Training deep neural networks consumes kilowatts of power, while the human brain performs complex tasks on just 20 watts. To build the next generation of AI, we need dynamical, physical, and complex systems that naturally process information instead of brute-force digital computation.

A key open question in neuromorphic computing is whether stochastic linear dynamics or nonlinear periodic dynamics provide a better foundation for processing information. The brain blends both: neurons operate in a stochastic environment with thermal fluctuations, yet their activation functions are inherently nonlinear and dynamic. Classical photonic neural networks mostly rely on linear transformations, lacking the adaptability of biological systems.

Optomechanical networks offer a radical new approach by merging light (photons) and thermal motion (phonons) in nanoscale silicon structures. Optical forces interact with thermally driven mechanical vibrations, creating a tunable nonlinear response—potentially enabling low-power, high-speed neuromorphic processors.

This project will explore whether the optomechanical coupling can serve as a nonlinear activation function, unlocking new computational paradigms. Specifically, we will:

- Investigate how optomechanics enables nonlinear periodic dynamics in neural networks.
- Characterize the mechanical and optical eigenmodes of silicon nanostructures.
- Experimentally tackle the question: Should we compute with stochastic linear dynamics or nonlinear periodic dynamics?

By engaging with cutting-edge experiments and physics-driven computation, we aim to push the limits of AI hardware and explore whether optomechanical neural networks can unlock a new era of ultra-efficient neuromorphic computing.

ICMM-21. Yves Huttel huttel@icmm.csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Física|Ingeniería de Materiales

Nanopartículas de óxidos metálicos para aplicaciones en fotocatalisis y sensado de gas

Las nanopartículas (NPs) son materiales de baja dimensionalidad con una proporción superficie/volumen muy elevada, lo que las hace muy interesantes para aplicaciones donde la superficie juegue un papel importante, como puede ser la fotocatalisis o el sensado de gases. Por otro lado, algunos óxidos metálicos son interesantes para este tipo de aplicaciones, ya que tienen un bandgap adecuado para la fabricación de heteroestructuras semiconductoras.

En este estudio se fabricarán NPs de óxidos de metales como Ti, Mn o combinando óxidos de varios metales, incluyendo los de aleaciones de alta entropía, de gran interés en estos campos [1]. La técnica de fabricación será una fuente de nanopartículas (método físico) en ultra alto vacío [2], lo cual es un método ideal para estudios fundamentales. Las NPs fabricadas se caracterizarán mediante diferentes técnicas. Se caracterizará su estructura atómica (microscopía de transmisión de electrones), morfológica (microscopio de fuerzas atómicas), química (espectroscopía de fotoelectrones). Posteriormente, se realizarán

estudios del comportamiento de estos materiales para fotocatalisis y sensado de gases en colaboración con grupos de investigación expertos en el campo.

El grupo de acogida en el ICMM será el LAM (Low dimensional Advanced Materials) que es especialista en la fabricación por fuentes de agregados y estudio de nanopartículas. El grupo tiene a su disposición 3 fuentes de agregados y en los últimos 5 años, el LAM a dirigido 5 TFM, todos ellos con la calificación de sobresaliente.

Referencias

[1] Chen et al., Science 352, 1565 (2016).

[2] Gas Phase Synthesis of Nanoparticles, Wiley-VCH Verlag GmbH, April 2017, ISBN 978-3-527-34060-6. Editor Yves Huttel.

ICMM-22. Bernd Wicklein bernd@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones:
Física|Química e Ingeniería
Química|Ingeniería de Materiales

Fabricación de dispositivos opto-eléctricos por impresión 3D avanzada

El proyecto se encuadra en la electrónica biodegradable desarrollando dispositivos para la recolección de energía renovable y de sensores autoalimentados para el internet de las cosas. Estos dispositivos se fabricarán en procesos de impresión 3D avanzada. Los materiales composites que se usan en esta fabricación son polímeros biodegradables como PLA y PHB combinado con nanomateriales 1D del tipo de wurzita y moléculas orgánicas mecanoluminiscentes que pueden adecuar las propiedades piezo- y opto-eléctricas del composite resultante.

Para ello, se propone investigar las propiedades opto-eléctricas de composites con diferentes composiciones que serán aportados por otros investigadores del equipo de investigación. Para su caracterización el/la estudiante conocerá las técnicas idóneas como XRD, FT-IR, DSC, UV-Vis, SEM/TEM.

En la siguiente etapa se introducirá al uso de una impresora 3D avanzada que permite fabricar materiales texturados y con propiedades anisotrópicas. El/la estudiante aprenderá diseñar modelos 3D e imprimirlos con los diferentes composites preparados en la etapa anterior. Se evaluará las propiedades eléctricas y opto-mecánicas de los materiales imprimidos introduciendo el uso de electrómetros, potencióstatos y espectroscopia fluorescente.

En tercer lugar, se enseñará el funcionamiento de nanogeneradores tribo- y piezoeléctricos para la captación de energía mecánica usando algunas de las estructuras imprimidas. Con estas también se diseñará sensores ópticos de fuerza. Se comprobará la influencia de la composición de los composites y del diseño imprimido sobre el rendimiento de los dispositivos.

El programa de formación incluye técnicas de caracterización de los materiales a fin de procurar una formación integral en las metodológicas en investigación de materiales. Asimismo, se debe fomentar como competencias genéricas la capacidad de planificación de experimentos, evaluar e interpretar datos y resultados experimentales y desarrollar una mente crítica.

ICMM-23. Rubén Seoane Souto ruben.seoane@csic.es Oferta preferente titulaciones:
Física/Máster en Quantum

Machine Learning for Tuning Artificial Kitaev Chains

Topological superconductors host exotic Majorana zero modes (MZMs), which are promising candidates for robust quantum computing. A leading experimental

realization relies on artificial Kitaev chains—arrays of superconducting islands—where fine-tuning of parameters is essential for stabilizing MZMs [1]. However, as the system size increases, manual tuning becomes intractable due to parameter correlations and disorder effects.

This project aims to develop machine learning techniques to optimize and control long Kitaev chains, enabling robust Majorana physics, extending previous works on minimal Kitaev chains [2-4]. We will develop and train neural networks or reinforcement learning strategies to explore the parameter space efficiently, guiding the system towards optimal topological phases. Key questions include how ML-assisted tuning scales with chain length and whether such approaches can enhance stability against perturbations.

The student will work with numerical simulations of Kitaev chains, employing Python-based ML frameworks and quantum many-body solvers. The project offers an opportunity to explore both quantum condensed matter and AI-driven control strategies, providing a strong foundation for research in quantum technologies.

[1] T. Dvir et al., Nature 614, 445-459 (2023)

[2] R. Koch et al., Phys. Rev. Applied 20, 044081 (2023)

[3] J Benestad, et al., Phys. Rev. B 110, 075402 (2024)

[4] D. van Driel et al., 2405.04596 (2024)

ICMM-24. Lidia Martínez Orellana lidia.martinez@icmm.csic.es Oferta preferente titulaciones: Física|Ingeniería de Materiales

Nanopartículas bimetálicas para aplicaciones en fotocatalisis y sensores de gas

Las nanopartículas (NPs) son materiales de baja dimensionalidad con una proporción superficie/volumen muy elevada, lo que las hace muy interesantes para aplicaciones donde la superficie juegue un papel importante, como puede ser la fotocatalisis o el sensado de gases. En este sentido, la fabricación de heteroestructuras formadas por dos o más elementos con propiedades complementarias, pueden mejorar significativamente el comportamiento de los sensores, al mejorar la separación de cargas, reducir la recombinación de portadores de carga y proporcionar sitios activos con una química superficial optimizada. Estos efectos sinérgicos aumentan la sensibilidad en la detección de gases y potencian la eficiencia catalítica bajo la irradiación de luz, lo que convierte a las heteroestructuras en una poderosa herramienta para el avance de estas tecnologías.

En este estudio se fabricarán NPs de Ag/Fe y Ag/Cu mediante una fuente de nanopartículas (método físico) en ultra alto vacío [1], lo cual es un método ideal para estudios fundamentales. Las NPs fabricadas se caracterizarán mediante diferentes técnicas. Se caracterizará su estructura atómica (microscopía de transmisión de electrones), morfológica (microscopio de fuerzas atómicas), química (espectroscopía de fotoelectrones). Posteriormente, se realizarán estudios del comportamiento de estos materiales para fotocatalisis y sensado de gases en colaboración con grupos de investigación expertos en el campo. El grupo de acogida en el ICMM será el LAM (Low dimensional Advanced Materials) que es especialista en la fabricación por fuentes de agregados y estudio de nanopartículas. El grupo tiene a su disposición 3 fuentes de agregados y en los últimos 5 años, el LAM a dirigido 5 TFM, todos ellos con la calificación de sobresaliente.

[1] Gas Phase Synthesis of Nanoparticles, Wiley-VCH Verlag GmbH, April 2017, ISBN 978-3-527-34060-6. Editor Yves Huttel

ICMM-25. Irene
Palacio i.palacio@csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Física|Química e Ingeniería
Química|Ingeniería de Materiales

Funcionalización avanzada de biosensores de grafeno y detección de patógenos

La necesidad de contar con métodos rápidos y precisos para el diagnóstico de enfermedades se ha hecho evidente a raíz de la pandemia. Los transistores de efecto de campo (FETs) se encuentran entre los transductores con mayor sensibilidad para diferentes analitos y cuando se combinan con un material bidimensional su sensibilidad y área de detección aumentan. El grafeno es un material 2D excepcional, pero debido a su configuración electrónica especial, la llamada tecnología basada en grafeno aún no se ha desarrollado completamente. En este escenario, la funcionalización molecular ha surgido como un protocolo prometedor para mejorar e incluso desarrollar nuevas propiedades en el grafeno. Los protocolos de funcionalización suelen presentar algunos inconvenientes como daño químico o estructural de la red de grafeno; sin embargo, en nuestro grupo (ESISNA) hemos desarrollado un protocolo de funcionalización covalente altamente robusto que permite anclar cualquier molécula que termine en un grupo amino a la superficie del grafeno sin alterarla. Además, la otra terminación de esta molécula conectora puede intercambiarse en función de la aplicación final por cualquier grupo orgánico, confiriendo una versatilidad excepcional a la plataforma funcionalizada. Hemos utilizado este protocolo para fabricar biosensores FET de grafeno que muestran una sensibilidad atómica, reproducibilidad y alta especificidad para detectar el virus de la hepatitis C (VHC) en el plasma sanguíneo humano, y que por lo tanto pueden usarse para el diagnóstico temprano de la infección por VHC.

Las tareas principales de este proyecto comprenden desde el aprendizaje del manejo de equipos de ultra-alto vacío en un laboratorio de superficies, la funcionalización "a la carta" mediante métodos físicos de materiales bidimensionales y la biofuncionalización con aptámeros, anticuerpos o enzimas de un FET de grafeno hasta la detección de diferentes patógenos con los sensores ultrasensibles desarrollados.

ICMM-26. Cefe López c.lopez@csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Física|Ingeniería de Materiales

Semiconductor Random Laser Diode

La mayoría de la inteligencia artificial, computación neuromórfica y aprendizaje automático se ejecutan en procesadores digitales de silicio. La inteligencia artificial requiere nuevas arquitecturas no digitales para acercarse al funcionamiento del cerebro en eficiencia y versatilidad.

Los fotones presentan ventajas frente a otros portadores de información como los electrones pues, al carecer de masa e interacción entre sí, pueden compartir canales de transmisión sin disipación ganando en velocidad y eficiencia de computación.

Los láseres estocásticos (random lasers) son emisores de luz que, por su capacidad de albergar numerosísimos modos, constituyen una plataforma óptima para computación analógica en modo reservorio.

Este proyecto estudia fuentes de luz laser basadas en medios difusivos y materiales semiconductores. Estas actividades siguen los resultados prometedores obtenidos por nuestro grupo, véase Nat. Photonics 16, 219-225

(2022), y proponen la fabricación y estudio del funcionamiento de dispositivos obtenidos por ablación láser y haz de iones (FIB) a partir de diodos láser comerciales.

Específicamente, se persigue fabricar láseres estocásticos a partir de dispositivo comerciales y establecer la correlación entre los parámetros de procesado y las características (espectrales, de eficiencia, y otras) de los dispositivos obtenidos así como evaluar su potencial como reservorios para computación neuromórfica. Se parte de dispositivos comerciales y se procede a su caracterización, modificación y caracterización de los dispositivos modificados. Las tres fases de trabajo del estudiante orientadas a proporcionar conocimientos teóricos y prácticos serán:

- Modificación por ablación laser (femto- y pico-segundos, y por FIB) de los dispositivos comerciales
- Caracterización de los dispositivos obtenidos: potencia óptica, espectro, distribución espacial de emisión, número de modos y coherencia espacial.
- Evaluación de operación como procesador en reservorio.

ICMM-27. Javier Pérez jperez@icmm.csic.es
 Carvajal

Oferta preferente titulaciones:
 Física|Química e Ingeniería
 Química|Ingeniería de Materiales

Aproximación a la síntesis circular de materiales conformados tipo metal-orgánico

La pasada década supuso el surgimiento de los materiales metal-orgánicos (MOFs), una nueva clase de sólidos porosos avanzados que ha emergido con un gran potencial para una gran variedad de aplicaciones principalmente aquellas basados 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.

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.

La incorporación de este tipo de materiales a la sociedad requiere tanto su síntesis a gran escala de manera sostenible como su avance hacia la circularidad, siendo esto un campo muy poco explorado. 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 como sus híbridos.

ICMM-28. Silvia sgallego@icmm.csic.es
 Gallego
 Queipo

Oferta preferente titulaciones:
 Física|Ingeniería de
 Materiales|Ingeniería Física

Advanced simulation of nanostructured complex magnetic materials

Our group investigates nanostructured functional materials aiming to develop innovative technological solutions, mainly in the fields of spin-based electronics, novel computational architectures (neuromorphic and quantum computing) and magnetic nanotechnologies (i.e. nanoparticles for medical diagnosis, or

sustainable permanent magnets). Our approach relies on multiscale magnetic models. We depart from the description of the electronic structure with quantum mechanical tools (mainly the density functional theory), and then use the obtained fundamental magnetic properties as input to atomistic spin models that address dynamical effects at larger length scales and in the presence of external stimuli (temperature, fields). When needed for the most complex systems, this approach is accelerated by incorporating high throughput methods and machine learning techniques.

The purpose of this approach is the in depth understanding of materials properties and physical phenomena of interest. Among the problems we are currently investigating, we can mention the reduction of rare-earth elements in permanent magnets while keeping their efficiency; the exploitation of the interface properties between dissimilar materials to achieve specific functionalities; the stabilization and dynamical evolution of non-collinear magnetic orders; and the search for novel 2D van der Waals magnets. The student joining us could contribute to any of these topics, according to their preferences and motivation. The broad scope of our techniques may also enable to explore other related issues upon common agreement.

This project offers the possibility to acquire a fundamental knowledge of magnetism and theoretical condensed matter physics, becoming familiar with cutting-edge research themes. Usage of high performance computing infrastructures and the work in an international environment will complement the training abilities.

ICMM-29.	Pablo Merino Mateo	pablo.merino@csic.es	Oferta preferente titulaciones: Física Química e Ingeniería Química Ingeniería de Materiales Ciencias
----------	--------------------	----------------------	--

Explorando la síntesis sostenible de materiales 2D en superficies mediante plasmónica

El proyecto se centrará en el desarrollo de materiales moleculares en superficies mediante química plasmónica realizada por punta, una línea innovadora que combina nanotecnología, química orgánica avanzada y fotónica para la fabricación de nanomateriales con propiedades optoelectrónicas únicas. Utilizando técnicas de síntesis en superficies asistidas por plasmones, se pretende mejorar la precisión en la producción de materiales orgánicos bidimensionales con aplicaciones en optoelectrónica y conversión de energía. Este enfoque interdisciplinario abrirá nuevas vías para al desarrollo de tecnologías más sostenibles y eficientes, con un impacto positivo en áreas como dispositivos OLED flexibles o células solares orgánicas para obtención de energía renovable. La beca JAE Intro ofrece una oportunidad excepcional para que estudiantes de máster se inicien en la investigación en un entorno altamente especializado. Durante los tres meses de estancia, el becario adquirirá experiencia en técnicas experimentales avanzadas como microscopía de efecto túnel, espectromicroscopía óptica y caracterización de superficies en ultra-alto vacío. Además, se fomentará la autonomía científica a través de la participación regular en discusiones de grupo con otros estudiantes de master y de doctorado, así como introduciendo al estudiante en el manejo y análisis de datos experimentales. Esta formación permitirá al estudiante desarrollar competencias clave en investigación de materiales, facilitando su proyección hacia estudios de doctorado o una carrera en el sector de la nanotecnología y la fotónica avanzada.

ICMM-30. Eva María
García
Frutos

emgfrutos@icmm.csic.es

Oferta preferente titulaciones:
Química e Ingeniería Química

Nuevos materiales para la degradación de contaminantes emergentes mediante fotocatalisis solar

Se propone la preparación de nuevos materiales con la incorporación de nuevos sistemas aromáticos orgánicos para la degradación de contaminantes emergentes mediante fotocatalisis solar. En un primer lugar se realizaría la síntesis y caracterización de un nuevo derivado aromático con el diseño adecuado para producir absorción de radiación en la región visible del espectro. Posteriormente, se llevará a cabo su ensamblaje sobre TiO_2 con el objetivo de obtener un material compuesto aromático- TiO_2 estable y con la estructura adecuada para ser fotoactivo bajo luz solar. De forma complementaria, se realizarán los estudios de dichos materiales mediante diversas técnicas básicas, tanto para la caracterización del derivado aromático (1H-RMN, 13C-RMN, espectroscopia de masas, IR, análisis elemental) como del material compuesto (XRD, UV-Vis, microscopía). Los materiales compuestos serán utilizados como fotocatalizadores, estudiando su eficiencia en la degradación de contaminantes emergentes (fármacos y pesticidas) presentes en agua mediante fotocatalisis solar. El grupo cuenta con alta experiencia en el diseño de heterociclos aromáticos, siendo una de sus líneas prioritarias de investigación (<https://wp.icmm.csic.es/phbhmg/>). El plan de trabajo contiene tanto aspectos preparativos como de caracterización físico-química de los materiales preparados y del estudio de su aplicación en el tratamiento de aguas, lo que permitirán una formación adecuada del solicitante en esta área.