



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

	<u>TÍTULO</u>	<u>TUTOR</u>	<u>RESUMEN</u>
1.	DESCARGAS ELÉCTRICAS Y CLIMA	LUIS RIVAS SORIANO	La importancia de las descargas eléctricas en la atmósfera (rayos) en los estudios climáticos es cada vez más reconocida. Las tormentas juegan un papel importante en la redistribución global de agua, que es un mediador clave de la radiación tanto de onda corta como larga. La flotabilidad de las nubes (inestabilidad vertical de la atmósfera), que la responsable de la convección (y por tanto de la separación de cargas) es el resultado de diferencias de temperatura del orden de sólo 1°C. En este trabajo se trata de hacer una revisión que incluya aspectos como: la relación entre rayos y precipitación en la circulación general de la atmósfera la manifestación de las “chimeneas” tropicales en la actividad eléctrica de la atmósfera, la posible inclusión de las tormentas y los rayos dentro de los extremos climáticos, la conexión entre el vapor de agua en la alta troposfera y las descargas eléctricas, el papel del aerosol atmosférico en la precipitación y los procesos de electrificación, la climatología regional de rayos y, por último, la cuestión de las variaciones de largo plazo
2.	SISTEMAS HAMILTONIANOS SEPARABLES DE LIOUVILLE TIPO III EN SUPERFICIES DE CURVATURA CONSTANTE	JUAN MATEOS GUILARTE-MARINA DE LA TORRE MAYADO	Los sistemas de liouville de tipo iii son sistemas hamiltonianos de dos grados de libertad, por tanto, el espacio de configuración es un plano, tales que, o bien la ecuación de hamilton-jacobi en el ámbito clásico, o la de schödinger en el cuántico, son separables usando coordenadas elípticas donde la posición de la partícula se determina midiendo las distancias a dos puntos fijos. Entre estos sistemas se encuentran algunos de importancia histórica, siendo el primero el problema que trata de resolver la dinámica de una partícula con masa, neutra o cargada, que se mueve en el campo gravitatorio o electromagnético creado por dos centros keplerianos o coulombianos. En el primer caso su relevancia en mecánica celeste y en el segundo su interés en física molecular son evidentes. El objetivo del trabajo es doble: (a) presentar una galería de sistemas de este tipo con importancia en física. Por ejemplo, el problema de neumann, una partícula obligada a moverse en una esfera sometida a fuerzas elásticas atractivas hacia el centro de la esfera totalmente anisotrópicas o un positrón y un electrón que se mueven en un plano perpendicular a un campo magnético constante en el sistema de referencia del centro de masas. (b) estudiar algunos sistemas de este tipo cuando el espacio de configuración deviene una esfera de radio $r$ o la hoja superior de un hiperboloide (plano de lobachevski). Se tratará de elucidar como la solución de estos problemas en los tres tipos de superficies con curvatura constante están relacionados vía la proyección gnomónica. También la relación entre los problemas clásicos y cuánticos por medio del método semi-clásico de wentzel/kramers/brillouin será objeto de estudio.
3.	REALIZACIONES INEQUIVALENTES DEL PRINCIPIO COSMOLÓGICO	JOSE BELTRÁN JIMÉNEZ	Uno de los pilares básicos del modelo cosmológico estándar es el llamado principio cosmológico, que establece que el universo es homogéneo e isótropo a grandes escalas. La validez de este principio está ahora firmemente establecido gracias a observaciones del fondo cósmico de microondas y la distribución de galaxias en el universo. Desde un punto de vista formal, el principio cosmológico significa la existencia de una simetría residual $iso(3)$ en el universo. Así, la homogeneidad e isotropía se traducen en la existencia de una invariancia bajo traslaciones y rotaciones espaciales respectivamente. Tradicionalmente, el principio cosmológico se ha implementado en los modelos cosmológicos en su versión más sencilla, que consiste en la presencia de alguna magnitud escalar (normalmente un campo escalar) en una configuración homogénea. De esta forma, la invariancia $iso(3)$ se realiza trivialmente y los generadores correspondientes se identifican con traslaciones y rotaciones espaciales. El objetivo de este trabajo será estudiar realizaciones alternativas del principio cosmológico donde la simetría $iso(3)$ residual requerida se realiza no trivialmente, es decir, los generadores de dicha simetría son alguna combinación de los generadores espaciales y algunos generadores internos. A un nivel más técnico, se explorarán patrones de ruptura de simetría $g \times iso(3,1) \rightarrow iso(3)$ , donde $g$ es algún grupo de



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 - 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

			<p>simetría interno (global o gauge) y los generadores del grupo <math>iso(3)</math> residual corresponderán a alguna combinación de los generadores de <math>g</math> y del grupo de Poincaré <math>iso(3,1)</math> originales. Al ser los patrones de ruptura de simetría diferentes, los correspondientes bosones de Goldstone que determinan la dinámica de las perturbaciones presentarán características fundamentalmente diferentes</p>
4.	RENORMALIZACIÓN CON EL MÉTODO HEAT KERNEL	VICENT MATEU BARREDA	<p>El formalismo de integrales de camino permite cuantizar una teoría de campos de manera elegante, alternativa a la cuantización canónica. Una de las ventajas de este formalismo es la renormalización de la teoría sin necesidad de calcular un sólo diagrama de Feynman. En este trabajo se aplicará el método a un modelo simple, la teoría escalar <math>\phi^4</math>, y a otro modelo más complejo, la teoría quiral de perturbaciones. Si el tiempo lo permite se aplicará el método a la teoría quiral con fuentes tensoriales, lo que daría lugar a un resultado novedoso.</p>
5.	BARIONES PESADOS EN MODELOS DE QUARKS CONSTITUYENTES	PABLO GARCÍA ORTEGA	<p>El modelo standard describe los hadrones como partículas compuestas de quarks que interactúan por medio de la interacción fuerte. A pesar de que el planteamiento inicial de la cromodinámica cuántica (QCD) es claro, después de 25 años de experimentos y desarrollos teóricos la interacción fuerte presenta todavía aspectos fundamentales poco conocidos. A pequeñas distancias, donde los quarks experimentan la libertad asintótica y la interacción entre ellos es débil, pueden realizarse cálculos perturbativos que han demostrado ser extremadamente precisos. A larga distancia las interacciones entre los propios gluones dan lugar al confinamiento de los quarks en hadrones. A esta escala los cálculos perturbativos no son válidos y es necesario recurrir a modelos fenomenológicos para explicar los datos experimentales y buscar respuestas a cerca de fenómenos como el confinamiento o la rotura espontánea de la simetría quiral. La mayoría de estos modelos describen sistemas formados por uno o varios quarks o antiquarks y en los que los gluones solamente aparecen como partículas virtuales que producen interacciones entre los quarks. Este modelo que en la literatura suele conocerse como modelo de quarks constituyentes ha tenido un gran éxito en la descripción de la fenomenología hadrónica en los últimos años. Un ejemplo de este tipo de modelos lo constituye el modelo de quarks constituyentes desarrollado desde hace varios años en el grupo de física nuclear de la Universidad de Salamanca (GFM-USAL). Este es un modelo no relativista basado en la hipótesis de que los quarks adquieren una masa dinámica (masa constituyente) como consecuencia de la rotura espontánea de la simetría quiral. La rotura espontánea preserva la simetría quiral del lagrangiano original de QCD por lo que el término de masa dinámica debe compensarse con la aparición de un término de interacción entre quarks mediada por bosones de Goldstone. Esta interacción entre quarks se ve completada con una interacción que incluye efectos perturbativos de gluones (intercambio de un gluón) y efectos no perturbativos (confinamiento de color). En el presente proyecto se pretende explorar el espectro de bariones con quarks pesados, aprovechando la simplificación que supone tener uno o varios quarks pesados en la dinámica de tres cuerpos</p>
6.	COMPARACIÓN DE SIMETRÍAS DE LIE PARA PROBLEMAS LINEALES ASOCIADOS A ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES RELACIONADAS POR TRANSFORMACIONES RECÍPROCAS	PILAR GARCÍA ESTÉVEZ	<p>El mejor y más aceptado indicador de la integrabilidad de una ecuación diferencial no lineal es la existencia de un problema lineal asociado (par de Lax). La dificultad estriba en la identificación de dicho par de Lax. El método de la variedad singular, basado en la propiedad de Painlevé, constituye un instrumento eficaz y algorítmico para la obtención del par de Lax pero tiene el inconveniente de que no es invariante bajo transformaciones de coordenadas.</p> <p>Un caso típico es el de la celebrada ecuación de Camassa-Holm (CH) en la que el test de Painlevé no es aplicable. No obstante se puede demostrar que existe una transformación recíproca (que intercambia los papeles de variables dependientes e independientes) que transforma la ecuación de Camassa-Holm en la ecuación de Calogero-Bogoyavlenskii-Schiff (CBS). Esta última pasa el test de Painlevé y su par de Lax puede obtenerse mediante el método de la variedad singular. Deshaciendo la transformación recíproca podemos obtener el par de Lax de</p>



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 ~ 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

			ch. Nuestro propósito en este trabajo es determinar las simetrías de lie de los problemas espectrales asociados a ch y cbs. Ello requiere ampliar el concepto de simetría de lie puntual incorporando el parámetro espectral como una variable independiente más. La comparación de ambos conjuntos de simetrías es el objetivo final de este trabajo
7.	CUANTIZACIÓN DE LA CONDUCTANCIA EN CONSTRICCIONES BALÍSITICAS EN GRAFENO	ENRIQUE DIEZ FERNÁNDEZ	Se estudiará la cuantización de fermiones de Dirac en nanoconstricciones definidas por nanolitografía electrónica. Se estudiarán tanto constricciones definidas por ataque por plasma [1-3] como aquellas definidas mediante puertas eléctricas [4-5]. El alumno/a deberá hacer un estudio previo de la bibliografía y luego incorporarse al trabajo de la sala blanca y en particular a los procesos de exfoliación, asistiendo a los procesos de nanofabricación y caracterización. Deberá ser capaz de realizar una adecuada representación e interpretación de los datos experimentales. El alumno/a deberá tener un especial interés por la investigación experimental y estar dispuesto a dedicar un importante esfuerzo y tiempo al trabajo señalado.
8.	TEORÍA DE ABERRACIONES ÓPTICAS	LUIS PLAJA RUSTEIN ENRIQUE CONEJERO JARQUE	La aproximación paraxial de la óptica geométrica resulta muy útil para estudiar la propagación de la luz a través de sistemas ópticos y la formación de imagen. Sin embargo, no deja de ser una aproximación y como tal falla cuando dejan de cumplirse las condiciones en las que se basa. Una de las manifestaciones más claras de la limitación de la óptica geométrica paraxial son las aberraciones ópticas. En este trabajo se propone un estudio teórico de las aberraciones ópticas desde dos puntos de vista: el de la óptica geométrica, siguiendo el tratamiento de Seidel, y el de la óptica difractiva, basado en los trabajos de van Kampen y Nijboer-Zernike
9.	DIFRACCIÓN EN CAMPO CERCANO	LUIS PLAJA RUSTEIN JAVIER RODRÍGUEZ VÁZQUEZ DE ALDANA	La difracción es un fenómeno ondulatorio que se produce cuando una onda se encuentra un obstáculo en su propagación que la limita espacialmente. En la mayor parte de los casos, los patrones de difracción que se producen en la propagación de haces de luz se estudian en la aproximación de Fraunhofer, que consiste en analizar la estructura espacial del haz difractado a una distancia muy alejada del obstáculo. Sin embargo, cuando nos acercamos al obstáculo, la distribución de intensidad del haz es muy diferente, y muestra una evolución compleja que ha de ser estudiada con la teoría de Fresnel. En este TFG proponemos realizar un estudio numérico de los patrones de difracción producidos por distintos obstáculos a distancias próximas a la limitación espacial. Los patrones calculados los compararemos con medidas del laboratorio realizadas con un láser de He-Ne.
10	PULSOS ULTRACORTOS DISPERSADOS Y APLICACIÓN DE ALGORITMOS DE FOURIER	ÍNIGO J. SOLA LARRAÑAGA	Los pulsos láser ultracortos están caracterizados por un contenido espectral amplio, lo cual provoca que se modifiquen al propagarse por medios dispersivos. Partiendo de la relación entre espectro y tiempo por transformada de Fourier (TF), se propone analizar teóricamente la propagación en distintos materiales, atendiendo al efecto de distintos órdenes de dispersión. En una segunda fase, se iniciará al alumno en algoritmos de interferometría espectral basados en TF, los cuales se usan para recuperar la fase de los pulsos a partir de una señal interferencial. Trabajo teórico y de simulación numérica. Se necesitará saber programar en algún tipo de lenguaje científico (Matlab, Fortran, C, Mathematica).
11	: TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN TEMPORAL DE PULSOS LÁSER ULTRACORTOS	JULIO SAN ROMÁN ÁLVAREZ DE LARA ÍNIGO J. SOLA LARRAÑAGA	El trabajo consistirá en realizar una revisión bibliográfica de diferentes técnicas de caracterización temporal de pulsos láser ultracortos. Se propondrá al estudiante comenzar con una recopilación de bibliografía sobre el tema, para su posterior lectura y comprensión. El trabajo deberá incluir tanto técnicas básicas que no son capaces de dar una información completa de la estructura temporal del pulso, como técnicas más avanzadas con las que se recupera tanto la intensidad como su fase del pulso.



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 ~ 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

12	DISPOSITIVOS TÉRMICOS TIPO CARNOT Y DE BAJA DISIPACIÓN: ESTUDIO ENERGÉTICO Y REGÍMENES DE OPTIMIZACIÓN	ANTONIO CALVO HERNÁNDEZ JULIÁN GONZÁLEZ-AYALA	En este trabajo Fin de Grado se propone, en primer lugar, analizar dos modelos simples de dispositivos térmicos incluyendo irreversibilidades internas (asociadas al fluido de trabajo) y externas (asociadas al acoplamiento con fuentes térmicas externas); uno de ellos haciendo uso de leyes específicas de transferencia de calor y otro modelando la generación de entropía en función del tiempo del ciclo. En segundo lugar, se pretende para cada modelo estudiar diferentes regímenes de optimización y su comparación, tanto para máquinas térmicas como para dispositivos tipo frigoríficos.
13	MODELIZACIÓN TERMODINÁMICA DE RECEPTOR SOLAR VOLUMÉTRICO PARA PLANTA TERMOSOLAR DE TIPO PARABÓLICO	IRENE HERAS PÉREZ	El receptor solar es un componente clave en las plantas de concentración termosolar, y es por ello que hay que prestar especial atención a su correcto diseño y dimensionamiento. El modelo termodinámico de una planta híbrida de concentración termosolar de tipo parabólico con ciclo Brayton se ha simulado y validado previamente por el grupo de investigación de Optimización de Energía, Termodinámica y Física Estadística de la USAL (R.P. Merchán, <i>et al.</i> , 2018). Sin embargo, el receptor solar es un componente muy particular para cada tipo de planta que requiere un estudio detallado independiente y una simulación complementaria. Este TFG plantea la modelización de un receptor solar de tipo volumétrico cerrado (A. Ávila-Martín, 2011) que se situará en el punto focal de un colector solar parabólico y estará conectado a una micro-turbina de gas para la producción de energía eléctrica. El modelo del receptor presurizado se basará en ecuaciones estándar de balance de masa y energía, y tendrá en consideración las pérdidas por emitancia térmica en los diferentes elementos, así como otras pérdidas por convección y conducción (L. Aichmayer, <i>et al.</i> , 2013), simulados mediante algoritmos en <i>Mathematica</i> ®. Finalmente, el modelo de receptor se introducirá en el modelo termodinámico global de la planta termosolar.
14	PREDICCIÓN DEL DIAGRAMA TEMPERATURA-ENTROPÍA PARA LA CURVA DE SATURACIÓN LÍQUIDO-VAPOR DE ALCANOS	SANTIAGO VELASCO MAÍLLO JUAN A. WHITE SÁNCHEZ	En este trabajo Fin de Grado se propone un método semiempírico para la obtención de la curva de saturación líquido-vapor en un diagrama temperatura-entropía para la familia de los alcanos. El método se basará en el empleo de una ley de diámetros rectilíneos modificada para las entropías del líquido y del vapor saturados y de una ecuación de estados correspondientes extendida para la entropía de vaporización del fluido considerado. Los resultados se compararán con los obtenidos a partir de la base de datos del NIST (National Institute of Standards and Technology).
15	REDES COMPLEJAS: DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y APLICACIONES	JOSÉ MIGUEL MATEOS ROCO ÁNGEL MARTÍN DEL REY	El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es realizar un estudio detallado del concepto de red compleja, centrándose en las redes de mundo pequeño y en las redes libre de escala. Se pretenden analizar los modelos Watts-Strogatz [1] y Barabási-Albert [2] para construirlas, así como mostrar las principales aplicaciones de las mismas en diferentes campos, haciendo especial hincapié en el estudio de la propagación de epidemias en redes complejas [3,4].
16	CARACTERIZACIÓN ELECTRÓNICA DE NANODISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES	JAVIER MATEOS LÓPEZ IGNACIO ÍNIGUEZ DE LA TORRE	El interés por fabricar dispositivos que trabajen a muy alta frecuencia, que ocupen un mínimo espacio y posean un bajo consumo ha llevado a la miniaturización de los dispositivos semiconductores hasta dimensiones nanométricas, lo que ha abierto nuevas posibilidades y aplicaciones de los mismos. El objetivo del proyecto es estudiar el comportamiento de nanodispositivos semiconductores de dos y tres terminales (Self-Switching diodes y estructuras afines y transistores HEMTs). Para ello se realizarán medidas en condiciones de polarización DC continua, medidas pulsadas, AC, etc. de los dispositivos discretos que podrán encontrarse directamente en oblea o encapsulados. Fundamentalmente se obtendrán las curvas I-V, impedancias de entrada y salida, respuesta temporal y en frecuencia. Para ello se utilizará el equipamiento que se posee en el Laboratorio de RF del edificio de IDi de la Universidad de Salamanca. Estas medidas serán analizadas para detectar posibles fallos de la tecnología y optimizar el comportamiento de los dispositivos



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

17	ESTUDIO DE LA HISTÉRESIS MAGNÉTICA	MARCELINO ZAZO RODRÍGUEZ VÍCTOR J. RAPOSO FUNCIA	Se realizará un estudio preliminar de las propiedades magnéticas de los materiales, analizando su comportamiento cuando se le aplica un campo magnético externo. Dentro de los distintos materiales magnéticos, los ferro y ferrimagnéticos son unos de los más importante en aplicaciones, tanto tecnológicas como a nivel industrial. Una propiedad de gran importancia de estos es que presentan histéresis. En este trabajo realizaremos una de las técnicas empleadas para la obtención del ciclo de histéresis de un material ferromagnético mediante un transformador y analizaremos dicho ciclo para determinar sus pérdidas magnéticas y de Foucault
18	PROPIEDADES ESTÁTICAS Y DINÁMICAS DE SKYRMIONS Y SU POTE	EDUARDO MARTÍNEZ VECINO VÍCTOR J. RAPOSO FUNCIA	Un <i>skyrmion</i> magnético es una estructura de la magnetización que puede formarse en una delgada capa ferromagnética (FM, Co por ejemplo) sobre un metal duro (HM, Pt por ejemplo). Se trata de patrón magnético topológicamente protegido, de tamaño de unos pocos nanómetros, y que puede ser desplazado a lo largo del material FM bajo la acción de pulsos de corriente eléctrica de baja amplitud debido al efecto de Hall de espín. Estas propiedades sugieren que los skyrmions podrían ser utilizados como portadores de información para el desarrollo de una nueva generación de dispositivos lógicos o de grabación magnética de ultra-alta densidad [1]. El objetivo general del trabajo consiste en introducir al alumno en el formalismo micromagnético que describe las propiedades estáticas y dinámicas de la magnetización a escalan sub-nanométrica [2]. Una vez adquirida familiaridad con los fundamentos teóricos aprenderá a utilizar un <i>software</i> micromagnético [3] que permite estudiar una gran variedad de fenómenos relacionados con la dinámica de la magnetización a escala nanométrica a partir de varios ejemplos. Posteriormente aplicaremos lo aprendido para caracterizar las propiedades estáticas de skyrmions en sistemas formados una capa ferromagnética delgada sobre un metal duro. A continuación, estudiaremos la dinámica de skyrmions en los mencionados sistemas (HM/FM) mediante inyección de corriente eléctrica, caracterizando la velocidad y el ángulo de desviación con respecto a la dirección de la corriente. El objetivo último del TFG consiste en evaluar las posibilidades de estos sistemas para el desarrollo de dispositivos magneto-lógicos.
19	ANÁLISIS NUMÉRICO DE PROBLEMAS ELECTROMAGNÉTICOS	VÍCTOR RAPOSO FUNCIA EDUARDO MARTÍNEZ VECINO	En el ámbito del Electromagnetismo, al igual que en muchas otras ramas de la Física, las situaciones o problemas que pueden describirse desde un punto de vista analítico es limitado. El problema fundamental de la Electroestática es calcular el campo eléctrico generado por una distribución de carga en reposo. En Magnetostática, la cuestión es obtener el campo magnético de una distribución de corrientes estacionarias. En ambos contextos, los problemas con solución analítica se limitan a casos de geometrías sencillas como esferas, cilindros, planos, líneas rectas o circunferencias. La resolución de estos problemas suele abordarse haciendo uso de las leyes de Coulomb y Biot-Savart que, junto con el principio de superposición, permiten calcular los campos, o al menos deducir su dirección y su dependencia, para después usar de las leyes de Gauss ó de Ampere [1]. Aunque las herramientas que se utilizarán en este trabajo son aplicables a muchas otras ramas de la Física, aquí abordaremos algunos problemas electromagnéticos desde un punto de vista numérico. Se resolverán las ecuaciones de Poisson y Laplace para los potenciales escalar y vector junto con las correspondientes condiciones de frontera. Se usará el método de los elementos finitos del que ya dispone Mathematica™ [2]. Por tanto, el énfasis del trabajo se centrará en describir la solución de algunos problemas y en analizar el rango de validez de posibles soluciones analíticas o aproximadas



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 ~ 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

20	UNA COLECCIÓN DE PROBLEMAS NO TRIVIALES DE ELECTROMAGNETISMO	JOSÉ I. ÑIGUEZ DE LA TORRE BAYO	Se trata de poner de manifiesto cómo con los conocimientos de un electromagnetismo básico pueden resolverse problemas no triviales que pueden encerrar una dificultad notable. El análisis detallado del problema, las aproximaciones pertinentes y las consideraciones de simetrías se tratarán con especial cuidado mostrando su capital importancia. Entre los problemas propuestos se buscará un equilibrio atendiendo a todos los apartados de un electromagnetismo básico sin dejar de lado problemas más completos o de carácter interdisciplinar, que resultan especialmente adecuados en lo que concierne a un Trabajo de Fin de Grado en Física.
21	MICROMAGNETISMO: TEORÍA Y APLICACIONES	LUIS TORRES RINCÓN	<p>El objetivo del trabajo es familiarizar al alumno con el modelado de nanoestructuras compuestas por materiales magnéticos y realizar simulaciones de sistemas de interés tecnológico.</p> <p>Partiendo de los conocimientos de electromagnetismo del alumno se le introducirá en los fundamentos de la teoría del micromagnetismo computacional, para lo que se le proporcionará la bibliografía adecuada [1] además de tutorías personalizadas. El alumno deberá llegar a comprender las distintas contribuciones a la energía libre de un sistema magnético de dimensiones nanométricas, incluyendo energía de intercambio, magnetostática, anisotropía, campo externo etc. así como la ecuación que rige la dinámica de dicho sistema. La descripción de dicha dinámica sólo se puede llevar a cabo de una forma detallada mediante simulaciones micromagnéticas. El alumno deberá también entender, de forma somera, la discretización de las ecuaciones del micromagnetismo y su implementación numérica en un código computacional.</p> <p>En los últimos años, la utilización de tarjetas gráficas especializadas para computación intensiva (Graphic Processing Units, GPUs) ha supuesto un gran avance en las simulaciones micromagnéticas que se realizan ya de forma estándar, utilizando software paralelizado con la arquitectura adecuada (Compute Unified Device Architecture, CUDA). El alumno será introducido en el uso de los servidores para cálculo en paralelo del grupo de simulación de nanoestructuras magnéticas de la Universidad de Salamanca (SINAMAG), para que pueda llegar a dominar el programa mumax3, de simulaciones micromagnéticas en paralelo a nivel de usuario. El alumno se familiarizará con el uso de servidores virtuales de ventanas (VNC), programas de transferencia de ficheros, software gráfico científico y lenguajes útiles para el post-procesado de resultados (Go, python). Todos estos conocimientos son de utilidad en una gran variedad de campos tanto en la docencia y la investigación como en la empresa.</p> <p>Se realizarán finalmente simulaciones de alguno de los siguientes sistemas de interés tecnológico: Memorias magnéticas de acceso aleatorio (MRAM), válvulas de spin, nano-osciladores, sensores de magneto-resistencia gigante para biotecnología, sensores de magneto-resistencia por efecto túnel, interacción de ondas de spin con paredes de dominio.</p> <p>El micromagnetismo es utilizado habitualmente para el estudio de todo tipo de nanoestructuras magnéticas, en los campos de la electrónica, la magnónica y la espintrónica [2], siendo de utilidad tanto para la comprensión de los procesos físicos que tienen lugar como para el diseño de los dispositivos tecnológicos finales.</p>
22	FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA	ANA GARCÍA FLORES	: La Resonancia Magnética es un fenómeno físico que permite obtener imágenes de tejidos blandos en el cuerpo humano utilizando radiaciones no ionizantes. Este hecho la convierte en una de las técnicas de diagnóstico por imagen más inocuas. Su funcionamiento se basa en la interacción de los núcleos atómicos del cuerpo humano con las ondas de radiofrecuencia mientras están sometidos a un fuerte campo magnético estático. Este trabajo pretende que el alumno profundice en los fundamentos físicos subyacentes en el estudio de la resonancia magnética, en las técnicas de imagen más utilizadas y en la descripción de los equipos de medida actualmente utilizados.



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 - 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

23	CIRCUITOS EQUIVALENTES DE PEQUEÑA SEÑAL PARA DISPOSITIVOS OPERANDO EN EL RANGO DE MICROONDAS	RAÚL RENGEL ESTÉVEZ IGNACIO ÍÑIGUEZ DE LA TORRE MULAS	Se propone el estudio de la respuesta a altas frecuencias (en el rango de GHz) de dispositivos electrónicos avanzados mediante la definición y obtención de circuitos equivalentes de pequeña señal, y su uso en simuladores de licencia abierta (QUCS) a partir de datos experimentales o modelos teóricos. El trabajo podrá centrarse en dispositivos de dos o tres terminales, así como en materiales III-V o grafeno, y podrá combinar la realización de medidas con simulaciones
24	INFLUENCIA DEL TAMAÑO EN LA RELACIÓN SEÑAL-RUIDO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS BALÍSTICOS	TOMÁS GONZÁLEZ SÁNCHEZ JAVIER MATEOS LÓPEZ	La miniaturización de los dispositivos electrónicos ha alcanzado dimensiones tan pequeñas que en la región activa de un transistor el número de electrones o huecos que contribuyen a la corriente es muy pequeño. En tales condiciones, las fluctuaciones presentes en la corriente, al ser debida sólo a unos pocos portadores, son muy elevadas y hacen que la relación señal/ruido se degrade hasta provocar errores en el funcionamiento de los dispositivos o impedir que éstos alcancen frecuencias de funcionamiento elevadas. El objetivo de este trabajo es analizar este problema desde un punto de vista semi-clásico, mediante simulaciones Monte Carlo de estructuras balísticas conectadas a reservorios de portadores térmicos. El trabajo permitirá al estudiante aplicar conocimientos de electrónica, física estadística y física computacional, y familiarizarse con conceptos tales como ruido, fluctuaciones, transporte balístico, frecuencia de corte, etc. Se necesitarán conocimientos de programación en FORTRAN.
25	ESTUDIO DE UN FLUIDO DE ESFERAS DURAS EN UNA CAVIDAD TRIDIMENSIONAL	ANTONIO GONZÁLEZ SÁNCHEZ	El potencial de interacción de esferas duras es un modelo de potencial interpartícula muy utilizado en el estudio de fluidos ya que es capaz de reproducir algunos de los comportamientos básicos de éstos. En particular, explica bien los comportamientos debido a la exclusión entre partículas que aparecen en fluidos confinados. En este trabajo se empleará el método de simulación Montecarlo para estudiar el perfil de densidad de un fluido de esferas duras confinado a una cavidad esféricocilíndrica, así como otras magnitudes como las densidades en contacto con la pared y la adsorción de partículas del fluido.
26	RUPTURA DE SIMETRÍAS CLÁSICAS POR EFECTOS CUÁNTICOS	MIGUEL Á. VÁZQUEZ MOZO	La existencia de simetrías clásicas puede verse comprometida por las fluctuaciones cuánticas. Si afecta a simetrías globales (o a la simetría de invariancia de escala), esta ruptura no pone en peligro la consistencia de la teoría e incluso está detrás de ciertos fenómenos físicos tales como la desintegración electromagnética del pión neutro o la libertad asintótica y el confinamiento en QCD. Por otra parte, en teorías de gauge quirales la realización anómala de la invariancia gauge es posible, lo que convierte la teoría en inconsistente. Esto obliga a buscar mecanismos para la cancelación de la anomalía gauge en este tipo de teorías, tales como el modelo estándar o sus extensiones supersimétricas. En este trabajo se estudiará la emergencia de anomalías asociadas con varias simetrías e invariancias clásicas. La atención se centrará en la aplicación de métodos funcionales y de técnicas de geometría diferencial al estudio de las anomalías. Como parte del desarrollo del trabajo, el alumno tendrá que adquirir conocimientos operativos intermedios de teoría cuántica de campos y en particular de teorías de gauge, complementando y ampliando aquellos aprendidos en "Mecánica Cuántica Avanzada", así como de elementos de geometría diferencial y topología, tales como la teoría de clases características. Es por tanto imprescindible para la satisfactoria realización del presente trabajo que el alumno se encuentre matriculado (o haya ya cursado y superado con aprovechamiento) las asignaturas optativas "Mecánica Cuántica Avanzada", "Física de Partículas" y "Gravitación" del Grado en Física.
27	EL MODELO SIGMA.	TERESA FERNÁNDEZ CARAMÉS	El carácter confinante de las interacciones fuertes provoca que a energías bajas los cálculos perturbativos en términos de quarks y gluones sean imposibles. A bajas energías el confinamiento se realiza con la aparición de 3 mesones muy ligeros, los piones, y otros mesones extraños más pesados: los kaones y la eta, identificados con los Bosones de Goldstone asociados a la ruptura espontánea de la simetría quiral. Este carácter Goldstone



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 - 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

			<p>construye fuertemente el modo en el que estas partículas interaccionan entre sí, lo que permite construir Lagrangianos efectivos en potencias de los momentos y las masas.</p> <p>En este trabajo estudiaremos el modelo Sigma, una realización lineal del teorema de Goldstone, tanto para dos quarks ligeros (up y down) como para tres (up, down y strange). El estudiante debe estudiar y desarrollar distintas parametrizaciones de los campos de Goldstone: lineal, exponencial y raíz. Usando las ecuaciones del movimiento se integrarán funcionalmente los campos Sigma para obtener el modelo sigma no lineal.</p>
28	PUESTA A PUNTO Y CALIBRACIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA MEDIR EL M <sup>2</sup> DE UN HAZ LÁSER	ANA MARÍA GARCÍA GONZÁLEZ JAVIER RODRÍGUEZ VÁZQUEZ DE ALDANA JULIO SAN ROMÁN ÁLVAREZ DE LARA	<p>La caracterización espacial de un haz es indispensable para optimizar el uso de un láser. Uno de los parámetros más empleados para tener una idea de la calidad espacial de un haz es el parámetro M2. El laboratorio láser de la USAL dispone de un dispositivo comercial para medir el M2 de un haz láser. El objetivo principal de este trabajo consistirá en su puesta a punto y en comprobar mediante un dispositivo “casero” su correcto funcionamiento.</p>
29	ESTUDIO DE UN FLUIDO DE ESFERAS DURAS EN UNA CAVIDAD TRIDIMENSIONAL	ANTONIO GONZÁLEZ SÁNCHEZ	<p>El potencial de interacción de esferas duras es un modelo de potencial interpartícula muy utilizado en el estudio de fluidos ya que es capaz de reproducir algunos de los comportamientos básicos de éstos. En particular, explica bien los comportamientos debido a la exclusión entre partículas que aparecen en fluidos confinados. En este trabajo se empleará el método de simulación Montecarlo para estudiar el perfil de densidad de un fluido de esferas duras confinado a una cavidad esféricocilíndrica, así como otras magnitudes como las densidades en contacto con la pared y la adsorción de partículas del fluido.</p>
30	ESPECTROSCOPIA EN EL RANGO DE THZ	YAHYA MOUBARAK MEZIANI JESÚS E. VELÁZQUEZ PÉREZ	<p>El espectro electromagnético comprendido entre 0.1 y 10THz es conocido como rango de THz. La investigación en THz es uno de los campos más activos en Física e Ingeniería por sus numerosas aplicaciones en comunicaciones con anchos de banda superiores a 100Gbit/s, espectroscopia, imagen, inspección de objetos ocultos, etc. La espectroscopia de THz es una técnica nueva que permite identificar sustancias químicas con firmas propias en el rango de THz (por ejemplo, distinción entre isómeros, principios farmacéuticos activos, ...) y estudiar la dinámica ultrarrápida de electrones en semiconductores.</p> <p>En este trabajo se propone el estudio de diferentes materiales, semiconductores y orgánicos, usando el sistema de espectroscopia desarrollado por el grupo de investigación en THz de la USAL. La naturaleza del trabajo es esencialmente experimental y el estudiante trabajará directamente con el sistema y participará en la puesta en marcha de un nuevo subsistema de purgado para incrementar la sensibilidad. A partir de medidas de transmisión en el rango 0.2-2THz se realizarán medidas que permitan extraer parámetros claves del material como la conductividad, la constante dieléctrica y el índice de refracción. Se estudiarán materiales semiconductores básicos (GaAs o Si) para poner a punto la extracción de parámetros eléctricos a partir las medidas y se aplicará a otros materiales (semiconductores bidimensionales, orgánicos, ...).</p> <p>El trabajo experimental se realizará en el Laboratorio de Terahercios de la USAL (Edificio de I+D+i).</p>
31	DETERMINACIÓN DE LAS INTENSIDADES DE EMISIÓN DE RAYOS X DEL 85SR, 137CS Y 241AM CON UN DETECTOR HPGE DE ALTA RESOLUCIÓN	BEGOÑA QUINTANA ARNÉS	<p>La medida de las intensidades de emisión de los rayos X por átomos multielectrónicos nos permite comprobar las predicciones que se obtienen a partir de la electrodinámica cuántica. Para ello, es necesaria la medida precisa del espectro de energías de emisión y de la intensidad de cada una de las líneas de un determinado átomo. La caracterización de las emisiones de cada elemento se publica posteriormente en las bases de datos publicadas por organismos internacionales de referencia como, por ejemplo, el NIST (USA). Estas bases de datos son utilizadas también en diferentes aplicaciones de los rayos X para el análisis de materiales como la técnica de fluorescencia de rayos X (XRF) o la de emisión de rayos X inducidos por partículas (PIXE). Con XRF, por ejemplo, en el Centro Nacional de Aceleradores se han analizado piezas del tesoro del Carambolo que permiten relacionar la técnica metalúrgica utilizada por los tartésicos en la elaboración de las joyas con las de los pueblos</p>





VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS

1218 ~ 2018

## TRABAJOS DE FIN DE GRADO OFERTADOS -GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018-19

del Mediterráneo Oriental en los siglos VII y VI AC. Teniendo en cuenta, que la diferencia en energía de las diferentes emisiones de rayos X puede llegar a ser inferior a los 10 eV, se requiere que los detectores de radiación electromagnética utilizados para detectarla posean la máxima resolución. Estos detectores están fabricados con cristal semiconductor de Ge ultra puro (HPGe).

En el trabajo propuesto, se utilizará un detector HPGe de última generación en una configuración optimizada para la medida de rayos X. Se aprenderán los fundamentos de la técnica de la espectrometría de rayos X y  $\gamma$  con detectores HPGe y se aplicarán al análisis de los espectros obtenidos de varias fuentes radiactivas. La metrología de radiaciones requiere además cumplir una serie de protocolos relativos a la geometría de medida. Se aprenderán estos protocolos y se aplicarán a la hora de diseñar el experimento. Posteriormente será necesario conocer los diferentes tipos de radiación X y sus características según los niveles inicial y final de la transición que la produce. Se va a trabajar con fuentes radiactivas conocidas de  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{241}\text{Am}$ . Se caracterizarán sus emisiones electromagnéticas y se utilizarán para explicar sus esquemas de desintegración y las constantes asociadas a los mismos. En algunos casos, sus emisiones de rayos X son conocidas de manera limitada debido a una pobre resolución de los espectrómetros utilizados hasta ahora. Los nuevos detectores junto con la electrónica digital nos permiten mejorar la resolución energética de la técnica, por lo que esperamos poder contribuir con este trabajo a una mejora en el conocimiento de los espectros de emisión de estos radionucleidos.