1. ASIGNATURA / COURSE

TRABAJO DE FIN DE GRADO

1.1. Código / Course Code

16416

1.2. Tipo / Type of Course

Obligatorio

1.3. Nivel / Level of Course

Grado / Grade

1.4. Curso / Year of course

Cuarto

1.5. Semestre / Semester

Anual

1.6. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.7. Requisitos Previos / Prerequisites

150 créditos superados que deben incluir las tres asignaturas del modulo experimental: Técnicas Experimentales I, II y III.

1.8. ¿Es obligatoria la asistencia? / Is attendance to class mandatory?

Obligatoria la asistencia al Laboratorio correspondiente por un mínimo de 60 horas presenciales durante el periodo TFG-EXP.

1.9. Datos de los Profesores / Faculty Data

Coordinador:
Álvaro Martín Rodero

Departamento: Física Teórica de la Materia Condensada
Facultad: Ciencias
Módulo 05 Despacho 610
Teléfono: 91 497 4909
E-mail: alvaro.martin @uam.es
Página Web:
Horario de Tutorías Generales:

Coordinadores de Laboratorios:

Depto. de Física Teórica: Carlos Eiroa
Depto. de Física de Materiales: Luisa Bausá
Depto. de Física Aplicada: Raúl José Martín Palma
Depto. de Física de la Materia Condensada: Gabino Rubio

1.10. Objetivos del Curso / Objectives of the Course

OBJETIVOS

1. Desarrollo de un trabajo individual que incluya actividades experimentales con técnicas avanzadas en algún campo de la Física, así como la planificación, búsqueda de información, diseño e implementación de un plan de trabajo, participación en montaje experimental o en el acceso directo a datos experimentales, análisis de resultados, comparación critica con las teorías relevantes y la formulación de conclusiones.

2. Elaboración de una memoria y la presentación oral de los resultados más relevantes

COMPETENCIAS

Autonomía del estudiante para llevar a cabo un trabajo en algún campo de la física, desde los aspectos experimentales hasta su presentación escrita y oral.

1.12. Contenidos del Programa / Course Contents

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) se estructura en dos bloques de 6 créditos cada uno. El primer bloque (TFG-EXP) se llevará a cabo en uno de los Departamentos con Laboratorios asociados que se relacionan a continuación, e implicará necesariamente actividades en las técnicas experimentales avanzadas que se detallan en cada laboratorio. Incluirá un mínimo de 60 horas presenciales en el laboratorio y una dedicación total del alumno de 150 horas.
Las actividades de TFG-EXP desarrolladas en laboratorios de los Departamentos de Física en la Facultad de Ciencias se realizarán durante el primer semestre, y su evaluación tendrá lugar en la fecha correspondiente al final de dicho semestre. Las actividades de TFG-EXP que se desarrollen fuera del Campus de la UAM (p.ej., relacionadas con observaciones de astrofísica) y se realicen a lo largo del segundo semestre serán evaluadas en la fecha correspondiente al final del segundo semestre. Las actividades de TFG-EXP se realizarán en turno de mañana o tarde dependiendo del grupo de matrícula del alumno.

La asignación del Laboratorio en el que cada estudiante vaya a realizar su TFG-EXP se realizará en las primeras semanas del curso, atendiendo a las preferencias de cada estudiante, con el criterio de prioridad por la nota media obtenida del estudiante y dentro de los cupos establecidos por la Comisión del Grado de Física para cada Laboratorio.

El segundo bloque (TFG-TUT) es un trabajo tutelado que realizará el alumno individualmente, con la supervisión de un tutor, en alguno de los temas ofertados por los cinco Departamentos de Física de la UAM. Dicho tema puede ser o no del mismo campo en el que se haya realizado el TFG-EXP, y puede ser experimental, teórico, de simulación o incluir varios de estos aspectos. Esta fase del trabajo debe corresponder a una dedicación total de 150 horas del alumno. La lista de temas propuestos para el TFG-TUT se hará pública durante al principio del curso en la página Web del Grado, http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242662686255/listado/Trabajo_Fin_de_Grado.htm y en la dirección http://www.uam.es/fisicauam. Los Departamentos podrán facilitar a los estudiantes información adicional sobre los temas ofertados.

La asignación de tema y tutor para el TFG-TUT para cada estudiante se realizará en el primer semestre, atendiendo a las preferencias de cada estudiante, con el criterio de prioridad por la nota media obtenida del estudiante y dentro de los cupos establecidos por la Comisión del Grado de Física para cada Departamento.

El estudiante elaborará una memoria sobre su TFG y presentara oralmente los aspectos que le parezcan más relevantes. Tanto la memoria escrita como la presentación podrán realizarse en castellano o en ingles.

En relación con los estudiantes que desarrollen el TFG en convenio de movilidad (Erasmus, SICUE….), éstos deberán escoger asignaturas en las cuales al menos un total de 6 créditos correspondan a Técnicas Experimentales Avanzadas. Éstas últimas deberán ser prácticas realizadas en el laboratorio o al menos usando datos reales. No se aceptará el uso de simulaciones. La evaluación del TFG se realizará en la UAM, en los plazos establecidos.

1) Laboratorios de TFG-EXP del Departamento de Física Aplicada

Coordinador: Raúl José Martín Palma
El Departamento de Física Aplicada ofrece un conjunto de prácticas para TFG-EXP que comprende las áreas de conocimiento de Física Aplicada y Electrónica. Los alumnos que escojan realizar la parte experimental de la asignatura "Trabajo Fin de Grado" en el Departamento de Física Aplicada realizarán dos de las doce prácticas que se exponen a continuación.

A) PRÁCTICAS EN FÍSICA DE MATERIALES (LABORATORIO DE MATERIALES):

1) CRECIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE UNA LÁMINA DELGADA
El objetivo de la práctica es la deposición de un material de interés fotovoltaico (CdTe) en forma de lámina delgada (200 nm aprox.). Para ello se usará la técnica de la evaporación térmica en un equipo de alto vacío.
Con objeto de conocer como se acopla la absorción del material al espectro solar, se realizaran medidas de la absorbancia en función de la longitud de onda para determinar el band-gap óptico. Se estudiará como varía dicho band-gap en función de la temperatura de deposición.
Se estudiará asimismo la composición del material depositado mediante la técnica de espectroscopia de energías dispersivas de rayos X (EDX).

2) CARACTERIZACIÓN DE CÉLULAS SOLARES: INFLUENCIA DEL MATERIAL ABSORBENTE Y LA TEMPERATURA.
Estudio y caracterización eléctrica de células solares fabricadas con diferentes materiales absorbentes (Si monocristalino, Policristalino y amorfo). Influencia de la temperatura en el rendimiento. Estudio de la respuesta espectral. Parámetros físicos deducidos a partir del ajuste de los datos experimentales mediante el modelo propuesto.

3) FÍSICA DE RX

En esta práctica, se estudian y comprenden las propiedades físicas de los rayos X al interaccionar con la materia: la difracción por estructuras cristalinas y la absorción en general incluyendo la determinación de los bordes característicos de difracción de diferentes elementos. Una comprensión clara de los fenómenos que se estudiarán en la práctica supone una buena introducción a los fundamentos físicos que se emplean en técnicas de análisis de materiales muy sofisticadas como son: la fluorescencia de rayos X (XRF), análisis dispersivo de rayos X generados por electrones (EDX), rayos X inducidos por partículas (PIXE) y difracción de rayos X (XRD)

Durante el desarrollo de la práctica se estudiarán los siguientes fenómenos:

- Dispersión de Bragg de rayos X. Obtención del espectro de emisión de rayos X de un ánodo de Cu. Líneas características Kα y Kβ del Cu en distintos órdenes de difracción.
- Determinación del cuanto de acción de Planck. Ley del desplazamiento de Duane-Hunt.
- Monocromatización de rayos X.
- Absorción de rayos X por diferentes materiales
- Bordes de absorción K y L. Ley de Moseley y determinación de la constante de Rydberg.
- Dispersión Compton de rayos X.

4) DEFORMACIÓN PLÁSTICA Y RECRISTALIZACIÓN DEL LATÓN

Los objetivos de esta práctica son los siguientes:

- Observación mediante un microscopio óptico de la microestructura de una muestra policristalina de latón.
- Medición del tamaño de grano.
- Análisis de los cambios que produce la deformación plástica en la microestructura y en la dureza.
- Análisis y observación de las diversas etapas del recocido por los cambios en la dureza de la muestra.
- Cálculo de la energía de activación a partir de la ecuación de Avrami.

5) ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA INTERACCIÓN IÓN-MATERIA

Se utilizará la Explosión de Coulomb de iones moleculares para profundizar en la investigación de los aspectos fundamentales de la interacción entre iones y la materia en su estado cristalino. Los estudios se realizarán en el acelerador del Centro de Microanálisis de Materiales, el cual presenta una oportunidad única para el estudio fundamental de la Explosión de Coulomb. En una primera fase se procederá a un estudio sistemático en función del número atómico de los iones que conforman el haz, el tamaño de las moléculas y la muestra o blanco seleccionado de acuerdo a su simetría cristalográfica. Todo el proceso experimental vendrá apoyado por simulaciones de dinámica molecular que

ayuden a la comprensión e interpretación de resultados, así como al cálculo de variables como estados de carga de los iones resultantes de la Explosión.

6) ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE SEDIMENTOS

Este trabajo pretende discernir la composición elemental de sedimentos en medios fabricados por el ser humano y de especial relevancia sanitaria. El estudio se realizará mediante al menos dos técnicas de dispersión de iones: Retrodispersión de Rutherford y Emisión de Rayos X Inducida por Partículas (RBS y PIXE por sus siglas en inglés respectivamente) e incluye la realización de experimentos en el acelerador de iones del Centro de Microanálisis de Materiales y su análisis de datos.

7) RECONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE FASES Y ESTUDIO DE LA MICROESTRUCTURA DE UNA ALEACIÓN BINARIA

El objetivo de este trabajo es la reconstrucción de un diagrama de fases de una aleación binaria a través del análisis de curvas de enfriamiento. Los diagramas de fase son esenciales para entender los cambios de estructura y microestructura que ocurren en los sistemas binarios y ternarios al cambiar la temperatura. Para ello se prepararán aleaciones de Sn-Pb y/o de Cd-Sn, que cumplen las reglas de Hume-Rothery, con diferentes composiciones. Se observará al microscopio metalográfico la microestructura de las diferentes aleaciones fabricadas. Se compararán los resultados obtenidos con los diagramas extraídos de la bibliografía. Se caracterizarán las fases metalográficas formadas para las distintas composiciones. Por último, se analizará el punto eutéctico del diagrama de fase.

B) PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA AVANZADA:

8) DISEÑO DE UN CONTROLADOR PID AUTOSINTONIZABLE BASADO EN MICROCONTROLADOR.

Los controladores PID (Proporcional, Integral, Diferencial), se emplean en multitud de sistemas de laboratorio e industriales, como controladores de temperatura, presión, flujo, etc. Generan en tiempo real una señal de salida que depende de la historia (P+I+D) de la señal adquirida y de su set-point o punto de equilibrio deseado, permitiendo así controlar un sistema externo (calefactor de horno, válvula de fugas,…) El ajuste (sintonización) de las constantes de proporcionalidad de los 3 términos anteriores resulta crucial para la estabilidad del sistema, dependiendo en general del set-point elegido. El sistema deberá ser programable y autosintonizable.

9) DISEÑO DE UN CONTADOR DE FOTONES PARA REALIZAR MEDIDAS DE LUMINISCENCIA Y DE LUMINISCENCIA RESUELTA EN TIEMPO.

Los sistemas de contaje de fotones (o partículas ionizantes) se emplean en experimentos de fotoluminiscencia, espectrometría de masas (SIMS), etc.

Permiten contar impulsos (integrar) durante un tiempo dado (seleccionable), obteniendo así la señal de frecuencia del evento en cuestión (fotones/segundo) que permite la adquisición de un espectro o experimento. Si el evento de conteo se genera con un cierto retraso (seleccionable) sobre una señal de disparo sincronizada con la excitación del experimento (pulso láser o de iones), puede obtenerse la dependencia temporal o de la relajación (luminiscencia resuelta en tiempo).

10) DISEÑO DE UN HELIOSTATO

El seguimiento solar es importante en sistemas de paneles solares para maximizar la generación energética. Se trata de orientar de forma continua un panel solar (o una sola célula en el laboratorio) perpendicularmente al Sol. Puede emplearse un método preestablecido basado en el alineamiento previo del sistema, sus coordenadas, el día y la hora, para realizar así un seguimiento basado en las correspondientes ecuaciones algebraicas. Otro posible método se basa en un seguimiento que emplee un método "variacional" que maximice la potencia o incluso una combinación de ambos.
Una ligera modificación del sistema permitiría el control de un telescopio.

11) DETECCIÓN SÍNCRONA BASADA EN MICROCONTROLADOR

En un laboratorio es frecuente el tener que realizar medidas de una señal eléctrica que contiene información sobre un proceso de interés (por ejemplo emisión de luz o generación de una corriente cuando sometemos a una muestra a unas ciertas condiciones experimentales), pero donde dicha señal contiene gran cantidad de ruido que enmascara la información de interés.
La técnica tradicional para realizar dichas medidas se ha basado en un amplificador lock-in, un complejo sistema electrónico que permite separar la señal de interés del ruido. Se propone el diseño y realización de un sistema equivalente, pero bastante más simple basado en un microcontrolador.

12) ADQUISICIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS BASADA EN MICROCONTROLADOR

La adquisición de datos en un laboratorio se hace habitualmente a través de un ordenador que comanda y recibe información a través de las interfases de los diferentes instrumentos involucrados en el experimento.
Para comprender el esquema de bloques y la función asignada a cada unidad de un sistema se propone la realización práctica de un sistema de medidas eléctricas a través de un microcontrolador específico y varios componentes electrónicos sencillos.

Método de evaluación: La evaluación del trabajo en este Laboratorio de TFG-EXP se hará con una evaluación continuada de la actividad en el laboratorio (60% de la nota). Se evaluara el informe correspondiente (25% de la nota) y su presentación oral (15% de la nota). La actividad en el laboratorio y la entrega de los informes correspondientes son obligatorias para aprobar la asignatura.

2) Laboratorio de TFG-EXP del Departamento de Física de Materiales

Coordinadora: **Luisa Bausá**

Organización general:

Los alumnos realizarán de forma individual una de las prácticas que se enumeran a continuación. Los contenidos de las mismas tienen como denominador común los fenómenos de interacción radiación-materia en diferentes rangos espectrales. Buen número de prácticas abordan problemas relacionados con la optoelectrónica y la fotónica.

Las prácticas se realizaran en los laboratorios docentes ubicados en las aulas 305-307 del módulo 04. El alumno dedicará 60 horas de trabajo presencial.

Lista de prácticas:

1. **CRECIMIENTO DE MONOCRISTALES OPTICAMENTE ACTIVOS Y CARACTERIZACIÓN ÓPTICA.**
   Utilización de la técnica de Czochralski para el crecimiento de monocristales aislantes puros e impurificados con iones de transición ópticamente activos. Las etapas a seguir por el alumno son las siguientes: estudio del funcionamiento de hornos de resistencia y de los sistemas de control térmico anexos a utilizar; preparación de productos de partida; crecimiento de los cristales desde el fundido; estudio de la absorción óptica de los materiales preparados mediante la obtención de espectros a temperatura ambiente y temperatura de nitrógeno líquido; identificación del borde de absorción de los materiales; identificación de transiciones ópticas asociadas a niveles de impurezas activas; Efecto de las vibraciones de red en dichas transiciones.

2. **FORMACIÓN DE CENTROS DE COLOR EN CRISTALES AISLANTES. CARACTERIZACIÓN ÓPTICA.**
   En esta práctica se utilizará la técnica de coloración aditiva para la creación de centros de color en cristales de haluros alcalinos (electrones atrapados en vacantes aniónicas). Se hará uso de técnicas extendidas en física experimental tales como técnicas de vacío y gases, sistemas de control térmico, preparación de materiales,… Se analizarán y controlarán los parámetros que optimizan la concentración de centros de color en los cristales (presión N_2, masa metal, temperatura, tiempo). Se estudiará la

distribución de centros preparados en los cristales, así como la dinámica de agregación de los mismos mediante tratamientos térmicos. La caracterización se llevará a cabo mediante espectros de absorción óptica.

3. ESPECTROSCOPIA CON CAMPO MAGNÉTICO: EFECTO ZEEMAN.

Estudio del desdoblamiento de líneas espectrales atómicas en presencia de campo magnético. Utilización de fenómenos de interferencia de ondas electromagnéticas visibles para visualización de dicho desdoblamiento (Interferómetro de Fabry-Perot). Análisis espectral de la emisión de gases para la observación de la cuantización de niveles de energía. Spin electrónico. Magneton de Bohr. Reglas de selección.

4. ESTUDIO DE UN CRISTAL LÍQUIDO COMO DISPOSITIVO ELECTRO-ÓPTICO.

Caracterización de diferentes tipos de cristales líquidos mediante su respuesta óptica. Modulación de haces de luz mediante un cristal líquido utilizando campos eléctricos de baja frecuencia. Birrefringencia. Análisis de la tensión umbral de volteo de las moléculas en el cristal. Estudio de los tiempos de respuesta de las moléculas. Estudio de la transición de fase cristal líquido-sistema isótropo.

5. CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACION DE LASERES DE ESTADO SÓLIDO BOMBEADOS POR LASER DE SEMICONDUCTOR

i) Estudio de un diodo electroluminiscente (LED) y de un láser de semiconductor: Análisis de la inversión de población por inyección de corriente: Corriente umbral. Obtención de ganancia láser. Comparación espectral de la emisión LED y diodo láser. Sintonización de diodos láser con temperatura.

ii) Estudio de un láser de estado sólido: Obtención de los espectros de absorción óptica y fluorescencia de centros activos de Nd^{3+} en un material aislante: Identificación de niveles de energía.

Montaje de una cavidad láser usando como bombeo óptico un láser de diodo. Caracterización de la radiación láser: espectro láser, ganancia óptica, eficiencia y potencia umbral.

iii) Estudio de un láser de estado sólido autodoblado en frecuencia bajo bombeo con diodo láser. Utilización de cristales no lineales como matrices soporte para iones activos láser de Nd. Montaje de cavidad láser para generación simultánea de radiación láser en el infrarrojo cercano y en el visible mediante procesos no lineales de generación de armónicos. Eficiencia de la radiación auto-doblada y caracterización espectral de la misma.

6. FUNDAMENTOS Y APLICACIONES EN ÓPTICA GUIADA

Caracterización de fibras ópticas. Apertura numérica. Determinación de la atenuación. Fibras monomodo. Fibras multimodo. Análisis de los patrones de

irradiancia de modos linealmente polarizados. Estudio de fibras que preservan la polarización.

7. **ESTUDIO DE MATERIALES PARA ALMACENAMIENTO Y PROCESADO ÓPTICO: GRABADO DE REDES HOLOGRÁFICAS MEDIANTE EFECTO FOTORREFRACTIVO**
   Detectores de luz: fotomultiplicadores, determinación del régimen lineal de trabajo. Longitud de coherencia en láseres de gas. Interferómetro de Michelson. Materiales no-lineales. Efecto fotorrefractivo. Grabado de redes holográficas en materiales fotorrefractivos. Análisis de las cinéticas de grabado y borrado de las redes grabadas.

8. **EXPERIMENTOS CON RAYOS X**
   Estudio de las características espectrales de la emisión de un tubo de rayos X (RX). Determinación del espectro continuo y discreto. Estudio de la absorción de RX por diferentes sustancias. Bordes K y L. Ley de Moseley. Monocromatización de rayos X. Utilización de RX para la determinación de de estructuras cristalinas: Diagramas de Laue.

3) Laboratorio de TFG-EXP del Departamento de Física de la Materia Condensada

Coordinador: Gabino Rubio
Módulo 3, Despacho 201
Teléfono: 91 4975552
E-mail: gabino.rubio@uam.es

Objetivos generales del Laboratorio:
Aproximación experimental a la Física de la Materia Condensada con especial énfasis en los fenómenos a bajas temperaturas (hasta 1 K) tales como la superconductividad y la superfluidez. Destreza en la utilización de técnicas experimentales habituales en Física de la Materia Condensada: alto vacío, criogenia y fabricación de nanoestructuras.

Metodología
Los alumnos realizarán de forma individual, o en grupos de dos, uno de los experimentos que se enumeran a continuación. Los experimentos se enmarcan

dentro del área de Física de la Materia Condensada y están especialmente orientados hacia los fenómenos a temperaturas bajas (<4 K).

Métodos docentes
Los alumnos llevarán a cabo de forma individual, o en grupos de dos, uno de los experimentos propuestos. Realizarán el experimento bajo la supervisión de un tutor, diseñando la estrategia y resolviendo los aspectos concretos para alcanzar el resultado de la medida experimental. El tutor guía el análisis científico y la presentación de los resultados experimentales.

Contenidos (experimentos propuestos)

1.- **Espectroscopia de efecto túnel entre superconductores.**
Se fabrican películas delgadas de plomo/aluminio separadas por una fina barrera túnel. Medida de la curva característica de conductancia eléctrica a bajas temperaturas (1.5 K). Determinación el espectro de energías en el estado superconductor.

2.- **Propagación de ondas de entropía en el helio en el estado superfluído.**
Transición del helio líquido al estado superfluído a bajas temperaturas (2.17 K). Determinación de la velocidad de propagación de ondas de entropía mediante medidas de tiempo de vuelo y generación de ondas estacionarias.

3.- Propiedades electrónicas de los superconductores de alta temperatura crítica.
Medidas de la transición al estado superconductor de materiales cerámicos (YBaCuO) a temperaturas entre 77 K y 100 K. Régimen de resistencia eléctrica nula. Efecto del campo magnético, levitación y efecto Meissner.

4.- **Estudio mediante microscopía de fuerzas atómicas de cristales bidimensionales de espesor atómico.**
Fabricación de cristales bidimensionales de espesor atómico, tales como grafeno y disulfuro de molibdeno. Estudio de sus propiedades ópticas y electrónicas.

5.- **Caracterización de la deformación piezoeléctrica de cerámicas ferroeléctricas.**
Medida ultra-precisa, con resolución inferior a 0.1 nm, a temperatura de nitrógeno líquido (77 K), de la deformación de las cerámicas bajo el efecto de campos eléctricos intensos.

6.-Estudio experimental de la transición de fase al estado superconductor.
Caracterización de la transición a bajas temperaturas (4.2 K), a partir de medidas de capacidad calorífica, en metales o aleaciones binarias superconductoras.

7.- Síntesis y caracterización de monocristales superconductores.
Crecimiento de monocristales de compuestos superconductores. Caracterización mediante medidas de susceptibilidad magnética y otras técnicas de bajas temperaturas.

8.- Calorimetría mediante un refrigerador de Stirling.
Estudio de la transición ferroeléctrica en KDP utilizando un refrigerador de Stirling miniatura.

9.- Estudio de la superfluidez mediante el experimento de Andronikashvili.
Determinación de la fracción del condensado superfluído en helio líquido mediante un péndulo de torsión.

4) Laboratorio de TFG-EXP del Departamento de Física Teórica

Coordinador: **Carlos Eiroa**

Organización general:

El Departamento de Física Teórica ofrece un conjunto de prácticas para TFG-EXP que se extiende a las áreas de investigación cubiertas por sus profesores. Los alumnos que seleccionen la opción de este departamento realizarán tres de las cinco prácticas. El objetivo común a todas ellas es la familiarización del estudiante con el análisis y tratamiento de datos experimentales en las distintas áreas, respetando las distintas peculiaridades. En este sentido, se hace notar que en la física actual se dan experimentos realizados por grandes consorcios, estructurados en equipos encargados de hacer el análisis y tratamiento de datos parciales, sin que necesariamente se encuentren localizados físicamente en el lugar de toma de datos.

Las practicas propuestas - Nuclear, LHC, Neutrinos, Astropartículas y Astrofísica- requieren una dedicación de 50 horas por práctica, de las cuales 20 son consideradas presenciales.

Contenidos:

1. Nuclear (Luis Egido).

El estudiante se familiarizará con los nuevos métodos de detección y análisis usados en experimentos de Física Nuclear. En particular, se propone:

1.- El estudio y caracterización de los diferentes tipos de detectores de partículas y radiación de última generación (semiconductores y centelleadores) en el Laboratorio de Física Nuclear del Instituto de Estructura de la Materia del CSIC.

2.- Estudio y análisis de reacciones dispersión con haces de partículas alfa en el acelerador del CMAM (UAM).

2. Practicas LHC (Juan Terrón).

El estudiante trabajará con las herramientas usadas para el tratamiento de los datos en los grandes detectores ATLAS y CMS en el acelerador LHC, tales como n-tuplas, tratamiento estadístico (ROOT) y monitor de sucesos ("event display"), así como de la identificación y medida de los objetos observables, leptones, jets y fotones, para llevar a cabo un estudio experimental especifico de un proceso. Se consideraran, entre otros, la producción del bosón Z en el canal de desintegración en una pareja electrón-positrón, la búsqueda del bosón de Higgs en el canal de desintegración en cuatro leptones cargados o la búsqueda de supersimetría en estados finales con varios jets y momento transverso perdido. Se espera que el estudiante sea capaz de seleccionar una muestra de sucesos candidatos al proceso concreto tanto en los datos provenientes de colisiones en el LHC como en simulaciones con técnicas Monte Carlo, así como la extracción de los resultados físicos pertinentes, tales como la medida de la sección eficaz, la significancia del exceso observado o la exclusión de un modelo.

3. Análisis y tratamiento de datos en experimentos de Astropartículas (David G. Cerdeño).

El alumno trabajará en el contexto de experimentos actuales en física de Astropartículas. Como ejemplos concretos, se propone estudiar la deposición de energía en las diferentes partes del detector de materia oscura CDMS usando para ello datos reales proporcionados por esta colaboración, estudiar el fondo de muones cósmicos en experimentos situados en laboratorios subterráneos (se puede ver el caso concreto del Laboratorio Subterráneo de

Canfranc o el de Soudan u otro), estudio del fondo (e.g., de neutrones) en experimentos de Astropartículas de bajo fondo.

4. Fisica Experimental de Neutrinos (Luis Labarga).

Se analizaran las técnicas experimentales más comunes para la detección y medida de neutrinos según su origen. Se realizaran análisis básicos de datos en el contexto del detector de agua-Cherenkov Super-Kamiokande. Se analizarán los fondos principales del experimento, y se cuantificarán para algunas situaciones particulares. Usando el Laboratorio Subterráneo de Canfranc se medirá la contaminación radioactiva de materiales relevantes al experimento y se cuantificará su contribución al fondo.

5. Astrofisica (Carlos Eiroa)

El estudiante se familiarizará con las técnicas más comunes de observación en astrofísica (espectroscopía y fotometría en el óptico), el tratamiento y el análisis de datos. Las prácticas están basadas en los propios datos del estudiante y, por tanto, suponen la realización de observaciones astronómicas en el Observatorio de Calar Alto (Almería) en torno a un proyecto científico elaborado por el alumno. Dichos datos se complementan con los de bases públicas de datos obtenidos a través de las herramientas del Observatorio Astronómico Virtual.

1.13. Referencias de Consulta Básica / Recommended Reading

Se aportarán en cada caso en función del trabajo a realizar.

2 Métodos Docentes / Teaching Methods

- **Actividades presenciales**

TFG-EXP implicara las horas presenciales indicadas en cada caso, con un mínimo de 60 horas presenciales en el laboratorio. Los calendarios y horarios dependerán de cada Laboratorio y del grupo de matriculación del alumno.

El alumno deberá participar en las actividades de evaluación del TFG-EXP y el TFG-TUT, así como en la presentación final de su TFG completo ante la comisión correspondiente.

- **Actividades dirigidas**

Los responsables del Laboratorio ofrecerán las oportunas tutorías para asistir al alumno en la elaboración de los resultados experimentales.

El tutor del alumno para el TFG-TUT dirigirá su trabajo con las pautas, procedimientos y horarios oportunos.

3 Tiempo Estimado de Trabajo del Estudiante / Estimated Workload for the Student

El TFG-EXP corresponde a 150 horas de trabajo personal del estudiante, con un mínimo de 60 horas presenciales en el Laboratorio. El TFG-TUT corresponde a otras 150 horas de trabajo personal, incluyendo la elaboración de la memoria y su presentación oral.

4 Métodos de Evaluación y Porcentaje en la Calificación Final / Assessment Methods and Percentage in the Final Marks

Tanto en el TFG-EXP como en el TFG-TUT la evaluación tendrá en cuenta las diferentes actividades realizadas por parte del estudiante (50%), así como las memorias escritas y/o presentaciones correspondientes (50%).

La presentación final del TFG, previa entrega de la memoria del trabajo realizado, se realizará ante una comisión, nombrada por la Junta de Facultad a propuesta de la Comisión del Grado en Física, que tendrá en cuenta las evaluaciones razonadas del TFG-EXP hasta en un 40% de la nota final y las del TFG-TUT hasta en otro 40% de la nota final. Siendo dicha comisión la responsable de la calificación final.

Habrá una convocatoria ordinaria (Mayo) y una convocatoria extraordinaria (Julio). En casos muy excepcionales, y con un informe favorable tanto de los tutores académicos del TFG como del coordinador de la asignatura, y previo visto bueno del Decanato del Centro, la convocatoria extraordinaria del TFG podrá tener lugar durante los primeros días de septiembre recogidos en el Calendario Académico de la UAM y aprobado por su Consejo de Gobierno.

En las convocatorias ordinaria y extraordinaria, el estudiante recibirá la calificación de "No Evaluado" si no se presenta a cualquiera de las tres evaluaciones asociadas al TFG-EXP, TFG-TUT, memoria y presentación final del TFG.

La puntuación obtenida en la evaluación continuada de la actividad en el laboratorio del TFG-EXP, se conservará para la convocatoria extraordinaria con su correspondiente porcentaje.

5 Cronograma de Actividades (opcional) / Activities Chronogram (optional)

Al principio del curso el coordinador del TFG convocara a todos los estudiantes a una reunión con los responsables de los Laboratorios del TFG-EXP para informar sobre la organización y los contenidos de los mismos y con el fin de que los alumnos puedan elegir adecuadamente.

Posteriormente el coordinador del TFG elaborara y publicara la lista de los estudiantes asignados a cada Laboratorio, según sus preferencias, prioridad por nota y cupo de los Laboratorios. Se atenderán las posibles reclamaciones y se publicara la lista definitiva.

A partir de ese momento, cada Laboratorio de TFG-EXP establecerá su propio calendario de trabajo y de evaluación. Las distintas actividades relacionadas con el TFG-EXP deberán estar finalizadas, salvos en los casos anteriormente mencionados como son observaciones de astrofísica, antes del comienzo del segundo semestre lectivo.

Antes del comienzo del curso cada Departamento de Física hará pública la lista de temas y tutores ofertados para el TFG-TUT, con números mínimos de 5 temas por Departamento y un total que exceda con holgura el número de alumnos matriculados. Cada Departamento podrá facilitar a los estudiantes cualquier información adicional sobre los temas de TFG-TUT ofertados.

Al principio del curso, el coordinador del TFG recabará de los estudiantes sus preferencias sobre tema y tutor para el TFG-TUT, elaborará y publicara la lista de asignaciones y atenderá las posibles reclamaciones.
Cada estudiante iniciará su trabajo con su tutor, preferentemente durante el segundo semestre, estableciendo entre ambos el procedimiento más adecuado para el desarrollo del tema de trabajo. Si fuese necesario, el coordinador del TFG mediará para resolver cualquier imprevisto o problema sobrevenido.

La presentación final del TFG, previa entrega de la memoria del trabajo realizado, se podrá hacer en la convocatoria ordinaria (Mayo) y en la convocatoria extraordinaria (Julio). En casos muy excepcionales, y con un informe favorable tanto de los tutores académicos del TFG como del coordinador de la asignatura, y previo visto bueno del Decano del Centro, la convocatoria extraordinaria del TFG podrá tener lugar durante los primeros días de septiembre recogidos en el Calendario Académico de la UAM y aprobado por su Consejo de Gobierno.