

**MÁSTERES  
UNIVERSITARIOS  
de la Facultad de  
CC Físicas  
UCM**

**Guía Docente  
Curso 2011-12**

## 4.- MÁSTER EN FÍSICA FUNDAMENTAL

### 4.1 INTRODUCCIÓN

#### 4.1.1.- Objetivos del Máster

Los objetivos formativos del Máster en Física Fundamental son los siguientes:

1. Proporcionar una formación especializada, desde el punto de vista de la Física Teórica, en todos los órdenes de magnitud de los que se ocupa la Física Fundamental: desde agujeros negros hasta partículas elementales, rayos cósmicos de altas energías o construcciones teóricas como las supercuerdas, desde la teoría de la computación cuántica a la óptica cuántica y fotónica o los sistemas complejos en Física de la materia condensada.

2. Proporcionar un dominio razonable de las herramientas básicas de la Física Fundamental, tanto las matemáticas (como el análisis funcional y la teoría de grupos), los métodos de análisis propios de la Física Teórica (desde el estudio de la estructura de la materia a la teoría cuántica de campos o la relatividad general) y las técnicas más actuales en óptica o en materia condensada, como los métodos computacionales.

3. Adiestrar en el uso de las mismas herramientas actuando en contextos físicos diversos. El estudiante adquirirá una cultura general imprescindible para la investigación en Física Fundamental, mientras utiliza de forma creativa las herramientas que está aprendiendo a dominar.

La orientación del máster es esencialmente académica e investigadora. Dicha investigación se realizará en el ámbito universitario y en centros como CIEMAT, CSIC y empresas.

Entre las competencias generales que se han de adquirir en el máster caben destacar las siguientes: habilidades de modelización y resolución de problemas; comprensión teórica; métodos de investigación básica y aplicada; conocimientos profundos de la materia; capacidades matemáticas; conocimientos actualizados de los problemas de investigación en Física Fundamental; capacidades de mantener los conocimientos al día; búsqueda bibliográfica; capacidad de comunicación y exposición de temas científicos

#### 4.1.2.-Requisitos de Formación Previa y Vías Prioritarias de Acceso

**Requisitos de titulación o formación previa específica:** Licenciados, Ingenieros Superiores, Graduados, Diplomados, Ingenieros Técnicos o Arquitectos Técnicos.

**Vías prioritarias de acceso:** Licenciado o Graduado en Física o CC. Físicas, Licenciado en Ingeniería Electrónica, Licenciado en Ingeniería de Materiales

Ver más información en:

<http://www.ucm.es/pags.php?tp=Ciencias%20e%20Ingenier%EDa&a=estudios&d=muestramaster.php&idm=26>

#### **4.1.4.-Breve Descripción de los Contenidos**

Los contenidos formativos básicos que identifican al máster y que han de cursarse obligatoriamente por todos los alumnos son los siguientes: principios fundamentales y técnicas avanzadas en mecánica cuántica, física nuclear, partículas elementales, estado sólido, física estadística y electrodinámica clásica.

Por otro lado, se contemplan como contenidos optativos en el máster los conocimientos específicos avanzados y técnicas de investigación en: métodos matemáticos de la física; física cuántica; sistemas complejos; física de altas energías; relatividad general y cosmología; estructura de la materia; física estadística; física de la materia condensada, y óptica avanzada.

## **4.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS**

### **4.2.1 Estructura General**

El máster tiene 120 créditos ECTS. Salvo el trabajo de investigación, que tiene 30 créditos, el resto de asignaturas tiene 6 créditos ECTS.

El primer año del máster consiste en asignaturas equivalentes a asignaturas del actual Plan de Estudios de Físicas (plan 2003). Durante este primer año, el estudiante deberá cursar 30 créditos de asignaturas obligatorias y elegir otros 30 créditos (5 asignaturas) entre una oferta de 22 asignaturas. En el segundo año deberá cursar 5 asignaturas optativas (a elegir entre una oferta de 17 asignaturas) y realizar un Trabajo Fin de Máster obligatorio de 30 créditos.

Aunque no existen especialidades en el máster, las asignaturas optativas se agrupan en módulos temáticos con contenidos afines. No es necesario que los módulos sean cursados completos. El alumno puede configurar su currículo eligiendo asignaturas de diferentes módulos. Teniendo en cuenta que el Máster, con un fuerte carácter unitario, no tiene especialidades, cada alumno tendrá un tutor que le ayudará a elegir las asignaturas que mejor se adapten a sus intereses científicos.

En la siguiente tabla se relacionan los créditos, correspondientes a asignaturas de primer y segundo año, de cada uno de los módulos.

<b>Módulos</b>	<b>Créditos 1º año</b>	<b>Créditos 2º año</b>
<b>Asignaturas obligatorias</b>		
Básico	30	
Trabajo Fin de Máster		30
<b>Asignaturas optativas</b>		
Estructura de la Materia	18	12
Física de Altas Energías	6	12
Física Cuántica	12	12
Física Estadística	12	
Física de la Materia Condensada	18	12
Métodos Matemáticos de la Física	18	12
Óptica I	18	
Óptica II		24
Relatividad General y Cosmología	18	12
Sistemas Complejos	12	6
<b>TOTAL OFERTA OPTATIVAS</b>	<b>132</b>	<b>102</b>
<b>CRÉDITOS A CURSAR</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

Una información más detallada y actualizada del máster puede encontrarse en:  
<http://fundamental.fis.ucm.es>

## 4.2.2 Relación de Asignaturas

El Máster de Física Fundamental ofrece 45 asignaturas divididas en 6 obligatorias y 39 optativas. La distribución temporal de las asignaturas (año y cuatrimestre), junto con la previsión de horas de aprendizaje para el alumno (repartidas en clases teóricas, clases prácticas y trabajo personal del estudiante), se especifican en la Tabla siguiente. Para dicha distribución se ha supuesto que 1 crédito ECTS corresponde a 25 horas de trabajo del alumno. Las asignaturas obligatorias tienen más horas teórico-prácticas que las optativas, respondiendo a programas con un número mayor de temas. Se espera del alumno un mayor trabajo personal en las asignaturas optativas.

Código*	Asignatura	Año	Cuatr	ECTS	Horas de aprendizaje		
					Teoría	Práctica	Trabajo personal
<b>ASIGNATURAS OBLIGATORIAS. MÓDULO BÁSICO</b>							
600488	Mecánica Cuántica	1	1	6	40	20	90
600489	Física Nuclear y de Partículas	1	1	6	40	20	90
600490	Física del Estado Sólido	1	1	6	40	20	90
600491	Física Estadística	1	2	6	40	20	90
600492	Electrodinámica Clásica	1	2	6	40	20	90
600531	Trabajo Fin de Máster	2	Anual	30	150		600
<b>ASIGNATURAS OPTATIVAS</b>							
<b>Módulo de Estructura de la Materia</b>							
600512	Física Atómica y Molecular	1	2	6	30	15	105
600513	Estructura Nuclear	1	1	6	30	15	105
600514	Procesos Atómicos	1	1	6	30	15	105
600515	Física de Astropartículas	2	1	6	30	15	105
600516	Física del Universo Primitivo	2	2	6	30	15	105
<b>Módulo de Física de Altas Energías</b>							
600504	Partículas Elementales	1	2	6	30	15	105
600505	Teorías Gauge de las Interacciones Fundamentales	2	1	6	30	15	105
600506	Métodos de Estadística y Tratamiento de Datos	2	2	6	30	15	105
<b>Módulo de Física Cuántica</b>							
600497	Mecánica Cuántica Avanzada	1	2	6	30	15	105
600498	Teoría Cuántica de Campos	1	1	6	30	15	105
600499	Campos y Cuerdas	2	1	6	30	15	105
600500	Información Cuántica y Computación Cuántica	2	1	6	30	15	105
<b>Módulo de Física Estadística</b>							
600517	Sistemas fuera del equilibrio	1	2	6	30	15	105
600518	Transiciones de fase	1	2	6	30	15	105
<b>Módulo de Física de la Materia Condensada</b>							
600519	Física Avanzada del Estado Sólido	1	2	6	30	15	105
600520	Magnetismo de la Materia	1	1	6	30	15	105

600521	Equilibrio y Cinética de Sólidos	1	1	6	30	15	105
600522	Física de Condensados Atómicos	2	1	6	30	15	105
600523	Propiedades Ópticas y Eléctricas de Semiconductores	2	1	6	30	15	105
<b>Módulo de Métodos Matemáticos de la Física</b>							
600493	Geometría Diferencial Avanzada	1	1	6	30	15	105
600494	Análisis Funcional	1	1	6	30	15	105
600495	Teoría de Grupos	1	2	6	30	15	105
600496	Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Integrables (*)	2	2	6	30	15	105
601185	Métodos Algebraicos y Geométricos en Física	2	1	6	30	15	105
<b>Módulo de Óptica I</b>							
600524	Física del láser	1	1	6	30	15	105
600525	Óptica Estadística	1	1	6	30	15	105
600526	Procesos Moleculares	1	2	6	30	15	105
<b>Módulo de Óptica II</b>							
600527	Dinámica en Sistemas Láser (*)	2	2	6	30	15	105
600528	Haces Láser	2	1	6	30	15	105
600529	Óptica Cuántica	2	1	6	30	15	105
600530	Óptica No Lineal	2	2	6	30	15	105
<b>Módulo de Relatividad General y Cosmología</b>							
600507	Mecánica Teórica	1	1	6	30	15	105
600508	Relatividad General	1	2	6	30	15	105
600509	Gravitación y Cosmología	1	2	6	30	15	105
600510	Cosmología y Astrofísica Relativista	2	1	6	30	15	105
600511	Relatividad General Avanzada y Agujeros Negros	2	2	6	30	15	105
<b>Módulo de Sistemas Complejos</b>							
600501	Fenómenos Colectivos	1	1	6	30	15	105
600502	Física Computacional	1	2	6	15	45	90
600503	Teoría Estadística de Campos y Aplicaciones	2	1	6	30	15	105

(\*) estas asignaturas no se impartirán el curso 2011-2012

### 4.2.3 Tabla de Equivalencias

#### **Equivalencias de las asignaturas de primer año del Máster con el plan actual (2003) de la Licenciatura en Física**

Asignatura	Nombre en el plan actual	Se imparte en:
Mecánica Cuántica	el mismo	Oblig. 4º Físicas 1º Cuatr.
Física Nuclear y de Partículas	el mismo	Oblig. 5º Físicas 1º Cuatr.
Física del Estado Sólido	el mismo	Oblig. 4º Físicas 1º Cuatr.
Física Estadística	el mismo	Oblig. 4º Físicas 2º Cuatr.
Electrodinámica Clásica	el mismo	Oblig. 4º Físicas 2º Cuatr.
Geometría Diferencial Avanzada	el mismo	Optativa. 4º Físicas 1º Cuatr.
Análisis Funcional	el mismo	Optativa. 4º Físicas 1º Cuatr.
Teoría de Grupos	el mismo	Optativa. 4º Físicas 2º Cuatr.
Mecánica Cuántica Avanzada	el mismo	Optativa. 4º Físicas 2º Cuatr.
Teoría Cuántica de Campos	el mismo	Optativa. 5º Físicas 1º Cuatr.
Fenómenos Colectivos	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.
Física Computacional	el mismo	Optativa. 4º Físicas 2º Cuatr.
Partículas Elementales	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.
Mecánica Teórica	el mismo	Oblig. 4º Físicas 1º Cuatr.
Relatividad General	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.
Gravitación y Cosmología	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.
Física Atómica y Molecular	el mismo	Oblig. 4º Físicas 2º Cuatr.
Estructura Nuclear	el mismo	Optativa. 5º Físicas 1º Cuatr.
Procesos Atómicos	el mismo	Optativa. 5º Físicas 1º Cuatr.
Sistemas fuera del equilibrio	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.
Transiciones de fase	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.
Física Avanzada del Estado Sólido	Ampliación de física del estado sólido	Optativa. 4º Físicas 2º Cuatr.
Magnetismo de la Materia	Propiedades magnéticas de los materiales	Optativa. 5º Físicas 1º Cuatr.
Equilibrio y Cinética de Sólidos	el mismo	Optativa. 4º Físicas 1º Cuatr.
Física del láser	el mismo	Optativa. 5º Físicas 1º Cuatr.
Óptica Estadística	el mismo	Optativa. 4º Físicas 1º Cuatr.
Procesos Moleculares	el mismo	Optativa. 5º Físicas 2º Cuatr.

### 4.3 ORDENACIÓN ACADÉMICA DEL MÁSTER

#### 4.3.1 Horarios de Clase y Profesorado

##### 4.3.1.1 Primer Año

#### PRIMER CUATRIMESTRE

#### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Grupo	Horario	Aula	Profesor	Dpto.
600488	Mecánica Cuántica	Básico	6	A	M 11:30 – 13:30 V 9:30 – 11:30	3	G. García Alcaine	FT-I
				B	L 9:30 – 11:30 X 9:30 – 11:30	2	G. García Alcaine	
				C	L 15:30 – 17:30 X 15:30 – 17:30	3	A. Dobado González, D. Yllanes Mosquera	
				D	M 15:30 – 17:30 J 15:30 – 17:30	2	V. Martín Mayor	
600489	Física Nuclear y de Partículas	Básico	6	A	M 9:30 – 11:30 J 9:30 – 11:30	9	A. Dobado González,	FT-I
				B	M 15:30 – 17:30 J 15:30 – 17:30	9	E. MoyaValgañón O. Moreno Díaz	FAMN
				C	M 11:30 – 13:30 J 11:30 – 13:30	10		FAMN
600490	Física del Estado Sólido	Básico	6	A	X 9:30 – 11:30 J 9:30 – 11:30	3	F. Sols Lúcia	FM
				B	M 9:30 – 11:30 J 9:30 – 11:30	2	F. Domínguez- Adame. B. Méndez Martín	
				C	M 15:30 – 17:30 J 15:30 – 17:30	3	B. Méndez Martín	
				D	L 17:30 – 19:30 V 15:30 – 17:30	2	P. Marín Palacios	

**ASIGNATURAS OPTATIVAS:**

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Grupo	Horario	Aula	Profesor	Dpto.
600495	Teoría de Grupos	Métodos Matemáticos de la Física	6		L, X, V: 14:30 - 15:30	9	C.Moreno	FT-II
600493	Geometría Diferencial Avanzada	Métodos Matemáticos de la Física	6		M 13:30 – 14:30 V 12:30 – 14:30	11	F González Gascón	FT-II
					M:14:30-15:30 J 1 13:30-15:30	2		
600494	Análisis Funcional	Métodos Matemáticos de la Física	6		L 11:30 – 13:30 X 11:30 – 12:30	6A	L. Garay	FT-II
600498	Teoría Cuántica de Campos	Física Cuántica	6		J 13:30 – 14:30 V 11:30 – 13:30	9	R. Fernández Álvarez-Estrada	FT-I
600501	Fenómenos Colectivos	Sistemas Complejos	6		L 15:30 – 17:00 X 15:30 – 17:00	5B	V. Martín Mayor	FT-I
600507	Mecánica Teórica	Relatividad General y Cosmología	6	A	L 9:30 – 11:30 M 9:30 – 11:30	3	A. Álvarez Alonso	FT-I
				B	M 11:30 – 13:30 V 9:30 – 11:30	2	M. Ramón Medrano	FT-I
				C	L 17:30 – 19:30 V 15:30 – 17:30	3	I. Scimeni	FT-II
				D	L 15:30 – 17:30 X 15:30 – 17:30	2	M. Ramón Medrano	FT-I
600513	Estructura Nuclear	Estructura de la Materia	6		L 9:30 – 11:30 V 9:30 – 10:30	6A	J. Retamosa	FAMN
600514	Procesos Atómicos	Estructura de la Materia	6		X 11:30 – 13:30 V 10:30 – 11:30	9	M. Ortiz Ramis F. Blanco	FAMN
600520	Magnetismo de la Materia	Física de la Materia Condensada	6		L 17:30 – 19:30 X 17:30 – 18:30		A. Hernando Grande	FM
600521	Equilibrio y Cinética de Sólidos	Física de la Materia Condensada	6		X 17:30 – 19:30 V 17:30 – 19:30	3	P. Fernández Sánchez	FM
600524	Física del láser	Óptica I	6		M 8:30 - 9:30 V 11:30 – 13:30	10 7	J.M. Guerra Pérez R. Weigand	Óptica
600525	Óptica Estadística	Óptica I	6		X 13:30 – 14:30 J 11:30 -13:30	6A	Oscar Martínez T. Alieva	Óptica

**SEGUNDO CUATRIMESTRE****ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Módulo</b>	<b>Créditos</b>	<b>Grupo</b>	<b>Horario</b>	<b>Aula</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
600491	Física Estadística	Básico	6	A	M 9:30 – 11:30 J 9:30 – 11:30	3	C. Fernández Tejero	
				B	M 11:30 – 13:30 V 9:30 – 11:30	2	C. Fernández Tejero	
				C	L 17:30 – 19:30 X 15:30 – 17:30	3	R. Brito López	
				D	L 15:30 – 17:30 J 15:30 – 17:30	2	C. García Payo	
600492	Electrodinámica Clásica	Básico	6	A	L 9:30 – 11:30 X 9:30 – 11:30	3	N.M. Nemes	FA-III
				B	M 9:30 – 11:30 J 9:30 – 11:30	2	F. Llanes Estrada	FT-I
				C	M 15:30 – 17:30 J 15:30 – 17:30	3	J.M. Miranda Pantoja	FA-III
				D	M 15:30 – 17:30 V 15:30 – 17:30	2	F.J.Chinea Trujillo	FT-II

**ASIGNATURAS OPTATIVAS:**

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Grupo	Horario	Aula	Profesor	Dpto.
600497	Mecánica Cuántica Avanzada	Física Cuántica	6		X 13:30 – 14:30 V 12:30 – 14:30	8A		FT-I
600502	Física Computacional	Sistemas Complejos	6	A	M 13:30 – 14:30 J 11:30 – 13:30	10	C. Pérez Martín, M <sup>a</sup> J. Rodríguez Plaza	FT-I
600504	Partículas Elementales	Física de Altas Energías	6		M 18:30 – 19:30 J 17:30 – 19:30	2	C. Pérez Martín	FT-I
600508	Relatividad General	Relatividad General y Cosmología	6		L 15:30 – 16:30 J 15:30 – 17:30	4A 6B	F.J. Chinae Trujillo	FT-II
600509	Gravitación y Cosmología	Relatividad General y Cosmología	6		L 13:30 - 14:30 X 11:30 - 13:30	14 10	J. Ramírez Mittelbrunn	FT-I
600512	Física Atómica y Molecular	Estructura de la Materia	6	A	M 11:30 – 13:30 V 9:30 – 11:30	3	F. Blanco Ramos	FAMN
				B	L 9:30 – 11:30 X 9:30 – 11:30	2	M. Ortiz Ramis	
				C	L 15:30 – 17:30 V 15:30 – 17:30	3	M. Ortiz Ramis	
				D	L 17:30 – 19:30 X 15:30 – 17:30	2	F. Blanco Ramos	
600517	Sistemas fuera del equilibrio	Física Estadística	6		L 11:30 – 13:30 X 10:30 – 11:30		R. Brito López	FA-I
600518	Transiciones de fase	Física Estadística	6		L 9:30 – 11:30 X 9:30 – 10:30	14 7	C. Fernández Tejero	FA-I
600519	Física Avanzada del Estado Sólido	Física de la Materia Condensada	6		M 17:30 – 19:30 J 17:30 – 19:30	3	J.L. Vicent López	FM
600526	Procesos Moleculares	Óptica I	6		X 11:30 – 12:30 J 12:30 – 14:30	6A	I. Gonzalo Fonrodona	Óptica

## 4.3.1.2 Segundo Año

**PRIMER CUATRIMESTRE****ASIGNATURAS OPTATIVAS:**

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Horario	Aula	Profesor	Dpto.
600499	Campos y Cuerdas	Física Cuántica	6	L 13:30 – 14:30	4B	C. Pérez Martín, F. Ruiz Ruiz	FT-I
				J 8:30-10:30	6A		
				X 15:30 – 18:30	13		
				J 8:30-10:30	6A		
600500	Información Cuántica y Computación Cuántica	Física Cuántica	6	M 9:30 – 11:30 V 11:30 – 12:30	4B	A. Galindo Tixaire, M.A. Martín Delgado, J.J. García Ripoll	FT-I
600503	Teoría Estadística de Campos y Aplicaciones	Sistemas Complejos	6	M 11:30 – 12:30 X 9:30 – 11:30	4B	L.A. Fernández Pérez V. Martín Mayor	FT-I
600505	Teorías Gauge de las Interacciones Fundamentales	Física de Altas Energías	6	M 12:30 – 14:30 X 12:30 – 13:30	4B	J.R. Peláez Sagredo	FT-II
600510	Cosmología y Astrofísica Relativista	Relatividad General y Cosmología	6	X 11:30 – 12:30 V 15:30 – 17:30	4B 13	A. López Maroto	FT-I
600515	Física de Astropartículas	Estructura de la Materia	6	J 10:30 – 12:30 V 13:30 – 14:30	4B	F. Arqueros Martínez, M.V. Fonseca González, J.A. Barrio Uña, N. Mirabal Barrios	FAMN
600522	Física de Condensados Atómicos	Física de la Materia Condensada	6	X 13:30 – 14:30 J 12:30 – 14:30	4B	F. Sols Lúcia	FM
600523	Propiedades Ópticas y Eléctricas de Semiconductores	Física de la Materia Condensada	6	L, M, X, 14:30 – 15:30	13	F. Domínguez-Adame Acosta	FM
600528	Haces Láser	Óptica II	6	L 9:30 – 11:30 V 9:30 – 10:30	4B	R. Martínez Herrero P. Mejías Arias G. Piquero Sanz J. Serna Galán	Óptica
600529	Óptica Cuántica	Óptica II	6	L 11:30 – 13:30 V 10:30 – 11:30	4B	I. Gonzalo Fonrodona A. Luis Aina	Óptica

^ antigua Aula SUN

**SEGUNDO CUATRIMESTRE****ASIGNATURAS OPTATIVAS:**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Módulo</b>	<b>Créditos</b>	<b>Horario</b>	<b>Aula</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
600506	Métodos de Estadística y Tratamiento de Datos	Física de Altas Energías	6	L 9:30 – 11:30 X 9:30 – 10:30	4B	C. Mañá Barrera	CIEMAT
600511	Relatividad General Avanzada y Agujeros Negros	Relatividad General y Cosmología	6	M 9:30 – 11:30 J 9:30 – 10:30	4B	F.J. China Trujillo, L. Garay Elizondo	FT-II
600516	Física del Universo Primitivo	Estructura de la Materia	6	X 10:30 - 11:30 J 10:30 - 12:30	4B	F.J. Cao García	FAMN
600527 (*)	Dinámica en Sistemas Láser	Óptica II	6	L 11:30 - 12:30 M 12:30 - 14:30	4B	L.L. Sanchez Soto	Óptica
600530	Óptica no Lineal	Óptica II	6	L 12:30 - 14:30 M 11:30 - 12:30	4B	R. Weigand Talavera	Óptica
601185	Métodos Algebraicos y Geométricos en Física	Métodos Matemáticos de la Física	6	M 12:30 – 14:00 J 12:30 – 13:30	4B OTE A^	D. Gómez-Ullate Oteiza	FT-II

(\*) No se oferta en el curso 2011-2012

^ antigua Aula SUN

### 4.3.2 Cuadros Horarios

#### Segundo año. Primer cuatrimestre:

	L	M	X	J	V
8:30 – 9:30				Campos y Cuerdas	
9:30 – 10:30	Haces Láser	Información Cuántica y Computación Cuántica	Teoría Estadística de Campos y Aplicaciones		
10:30 – 11:30					Física de Astropartículas
11:30 – 12:30	Óptica Cuántica	Teoría Estadística de Campos y Apl.	Cosmología y Astrof. Rel.		Inf. Cuántica y Comput.
12:30 – 13:30		Campos y Cuerdas	Teorías Gauge de las Interacciones Fundamentales	Teorías Gauge de las Interac.	Física de Condensados Atómicos
13:30 – 14:30	Física de Conden.				
14:30 – 15:30	Propiedades Ópticas y	Propiedades Ópticas y	Prop Ópt y Eléctr. de		
15:30 – 16:30		Campos y Cuerdas			Cosmología y Astrofísica Relativista
16:30 – 17:30					
17:30 – 18:30					
18:30 – 19:30					

#### Segundo año. Segundo cuatrimestre:

	L	M	X	J	V
8:30 – 9:30					
9:30 – 10:30	Métodos de Estadística y Tratamiento de Datos	Relatividad General Avanzada y Agujeros Negros	Met. de Estad. y Trat. de Datos	Relat. General Av. y Agujeros	
10:30 – 11:30			Física del Univ. Primitivo		Física del Universo
11:30 – 12:30		Óptica No Lineal			
12:30 – 13:30	Óptica No Lineal				
13:30 – 14:30					
14:30 – 15:30					
15:30 – 16:30					
16:30 – 17:30					
17:30 – 18:30					
18:30 – 19:30					

### 4.3.3 Exámenes

Las fechas provisionales de exámenes para las asignaturas de primer año pueden encontrarse en la Guía Docente de la Licenciatura en Físicas 2011-2012. Respecto a las asignaturas de segundo año, en el caso de que estas lleven asociado un examen final (lo cual no es preceptivo pues se seguirán métodos de evaluación continua), su fecha se anunciará oportunamente, realizándose en los intervalos de fechas reservadas a tal efecto (ver Calendario Académico en Sección 1.4).

### 4.3.4 Temas de investigación para trabajos Fin de Master

Durante el segundo año del Máster el estudiante debe realizar obligatoriamente un Trabajo Fin de Máster de 30 créditos ECTS a elegir entre los temas que se anunciarán al principio de cada curso académico, bajo la supervisión de alguno de los profesores del Máster. Se contempla que el trabajo pueda ser desarrollado en otros centros, como el CIEMAT, con el cual existe actualmente un convenio de colaboración.

Los trabajos de investigación ofertados para el curso 2008-09 son los listados a continuación. Una lista más actualizada puede encontrarse en el siguiente enlace: [http://teorica.fis.ucm.es/master\\_fundamental/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=35](http://teorica.fis.ucm.es/master_fundamental/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=35)

1. *Simulaciones de la estructura de imanación de nanoislas de Co sobre Ru.* A. Mascaraque y L. Pérez.
2. *Propagación y caracterización de haces de luz parcialmente coherentes y parcialmente polarizados.*R. Martínez Herrero.
3. *Física de medios hadrónicos y Simetría Quiral.* D. Cabrera Urbán y A. Gómez Nicola.
4. *Preparacion de la primera fisica de ALICE: interacciones ( datos reales y/o Montecarlo ) en pp a 950 GeV -> 10 TeV.* P. Ladrón de Guevara (CIEMAT) y A. Gómez Nicola.
5. *Cosmología:* F.J. Cao García
6. *Dinámica fuera del equilibrio de campos cuánticos:* F.J. Cao García
7. *Radiación Hawking en condensados atómicos.* F. Sols Lucia e I. Zapata
8. *Efectos electro débiles en condensados moleculares.* F. Sols Lucia y P. Bargeño.
9. *Luminiscencia de nanoestructuras de óxidos semiconductores.* A. Cremades y B. Méndez.
10. *Propiedades de transporte en cristales aperiódicos.* E. Maciá Barber
11. *Superconductividad y magnetismo en nanoestructuras.* J.L. Vicent
12. *Modelos de energía oscura en Cosmología.* A. López Maroto
13. *El principio de Frank-Condon y la desintegración de los mesones pesados.* F. Llanes Estrada
14. *Confinamiento del gluón: cómo acotar su producción mediante un detector de vértices.* F. Llanes Estrada.
15. *Control de la dinámica de un laser mediante manipulación del momento angular del fotón.*J.M. Guerra Pérez
16. *Física de astropartículas, búsqueda de fuentes de rayos gamma de alta energía.* M.V. Fonseca

17. *Información y computación cuántica en sistemas fuertemente correlacionados.* M.A. Martín-Delgado
18. *Campos de Einstein-Yang-Mills.* F.J. China Trujillo.
19. *Objetos rotantes de fluido perfecto en relatividad general.* F.J. China Trujillo.
20. *Cadenas de spines integrables.* F. Finkel, A. González López y M.A. Rodríguez.
21. *Reconstrucción del barión sigma-b con el detector CDF en Fermilab* J.P. Fernández Ramos
22. *Estudio de las interacciones de iones ultrarrelativistas a las energías del LHC usando el dispositivo del experimento ALICE* P. Ladrón de Guevara.
23. *Disipación de energía en Microscopía de Fuerzas.* A. Asenjo.
24. *Estudio de propiedades de las cascadas atmosféricas iniciadas por rayos cósmicos de ultra alta energía a partir de datos del observatorio "Pierre Auger".* F. Arqueros Martínez
25. *Fluorescencia atmosférica en aire y su aplicación para la radiación cósmica de ultra alta energía.* F. Blanco Ramos
26. *Astrofísica de Altas Energías con el telescopio MAGIC* M.V. Fonseca González
27. *Monopolos y Diones en espacio-tiempo no conmutativo para grupos  $SU(N)$  y  $U(N)$   $N=2$  y  $3$  en el límite BPS* C. Pérez Martín
28. *Modelos de estrellas relativistas con "Crust"* M. González Romero
29. *Impacto de los Gradientes Radiales de abundancia en los resultados de los modelos de propagación de rayos cósmicos* C. Mañá Barrera y M. Mollá
30. *Desintegraciones doble beta con y sin neutrinos* E. Moya de Guerra.
31. *Efectos nucleares en experimentos con oscilación de neutrinos* J.M. Udías Moinelo.
32. *Estudio de núcleos exóticos en el nuevo GSI (FAIR)* E. Moya de Guerra, J.M. Udías Moinelo, M.C. Martínez, E. Garrido, P. Sarriguren, M.J. García Borge, O. Tengblad.
33. *Caracterización de núcleos exóticos de interés astrofísico* M.J. García Borge y D. Galavi.
34. *Estudio de los efectos de halo en la dispersión con núcleos pesados a energía próxima a la de la barrera* M.J. García Borge y D. Galaviz.
35. *Caracterización de cristales centelleadores de nueva generación: construcción de un demostrador* O. Tengblad.
36. *Procesos estocásticos y su simulación: aplicaciones en física y Teoría Estadística de Campos* R.F. Álvarez-Estrada y A. Muñoz Sudupe
37. *Medida de parámetros cosmológicos con supernovas Ia: Sistemática.* E. Sánchez Álvaro, J. R. Peláez y A. Gómez Nicola.
38. *Inestabilidades axiales en un láser de anillo.* J.M. Guerra Pérez y R. Weigand Talavera
39. *Estudio de la propagación de luz sublumínica y superlumínica basada en las oscilaciones coherentes de la población.* O. Gómez Calderón y S. Melle Hernández.
40. *Tomografía cuántica en espacio de fases: aplicación a fotones con momento angular orbital.* L. L. Sánchez-Soto
41. *Propiedades geométricas de la matriz de transferencia en modelos cuánticos de scattering unidimensional.* L. L. Sánchez-Soto.
42. *Técnicas y modelos de mecánica estadística en economía:* F.J. Cao García
43. *Sistemas integrables.* M. Mañas Baena
44. *Interacciones y teoría del entrelazamiento.* J. León (CSIC-IMAFF) y M.A. Martín Delgado

45. *Estudio mecánico cuántico de colisiones en sistemas moleculares de capa abiertas.* I. Hernández Hernández (CSIC-IMAFF) e I. Gonzalo Fonrodona.
46. *Cuantización de sistemas de control óptimo clásicos.* A. Ibort (Carlos III) y M.A. Martín-Delgado
47. *Estudios de la detección de luz en el experimento de oscilaciones de neutrinos producidos en reactores nucleares Double Chooz.* C. Mañá Barrera
48. *Computación cuántica: implementaciones físicas.* J. J. García Ripoll (IFF, CSIC).
49. *Transporte cuántico en gases atómicos diluidos.* F. Sols Lucia y C. Creffield

Independientemente de la lista de temas anteriores, cualquier profesor del Máster podrá dirigir trabajos Fin de Máster. Se podrán además establecer contactos con investigadores de otros centros para la dirección de trabajos.

#### 4.4 FICHAS DE ASIGNATURAS

<b>Código:</b>	<b>600488</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Mecánica Cuántica</b>
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo Básico		6	Obligatoria
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
40		20	90
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
<p>Introducir al alumno en el fascinante mundo de los quanta, herramienta absolutamente indispensable para adentrarse luego en la microfísica (átomos, moléculas, núcleos y partículas elementales), en la mesofísica (nanoestructuras, puntos cuánticos, etc.), en la materia condensada (física de superficies, superconductividad, superfluidez, efecto Hall, etc.), en la macrofísica (enanas blancas, estrellas de neutrones, evaporación cuántica de agujeros negros, etc.), y en la teoría cuántica de la información (criptografía y computación cuánticas). Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de interpretar los conceptos cuánticos, y de aplicarlos en contextos sencillos. Entre las destrezas y competencias que se adquieren, se cuentan el manejo de los principios de indeterminación y de complementariedad, la valoración y uso de las simetrías, la familiaridad con los prototipos de sistemas cuánticos simples, y los rudimentos imprescindibles y sumamente importantes del arte de aproximar tanto para la estimación de niveles energéticos como de probabilidades de transición.</p>			
<b>Contenido</b>			
<p>Postulados de la mecánica cuántica (observables, estados, mediciones, probabilidades, dinámica). Simetrías discretas (P, C, T, indistinguibilidad) y espacio-temporales (traslaciones, rotaciones). Sistemas cuánticos simples (con número finito de estados, sistemas 1D, 2D y 3D). Métodos de aproximación (perturbaciones estacionarias, método variacional, aproximación semiclásica, transiciones, colisiones).</p>			
<b>Metodología docente</b>			
<p>Clases magistrales y propuesta de problemas de cuyas soluciones se da acceso completo a los alumnos, estimulando así su iniciativa investigadora y el trabajo personal. Eventualmente, según el desarrollo de la planificación docente, se contempla la posibilidad de proponer otro tipo de prácticas (laboratorio de Física Computacional).</p>			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
<p>Examen preferentemente práctico (cuestiones y problemas que versen sobre aspectos básicos y aplicaciones de la asignatura).</p>			
<b>Bibliografía</b>			
<p>C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe: <i>Mécanique Quantique</i>, Hermann, París (1973); edición en inglés: <i>Quantum Mechanics</i>, Wiley Interscience (1977).  A. Galindo, P. Pascual: <i>Mecánica Cuántica</i>, 2 vol., Eudema Universidad, Madrid (1989); edición en inglés: <i>Quantum Mechanics</i>, 2 vol., Springer-Verlag (1989 y 1990).  L. Schiff: <i>Quantum Mechanics</i>, McGraw-Hill, New York, 3a edición (1968).  F. Schwabl: <i>Quantum Mechanics</i>, Springer-Verlag (2002); <i>Advanced Quantum Mechanics</i>, Springer-Verlag (1999).  L.E. Ballentine, <i>Quantum Mechanics</i>, Prentice Hall (1990).</p>			
<b>Observaciones</b>			
<p>La asignatura es troncal en el plan de estudios de la Licenciatura en C.C. Físicas. Se basa en conocimientos adquiridos por los alumnos en la asignatura "Física Cuántica", y continúa en la "Mecánica Cuántica Avanzada", la "Teoría Cuántica de Campos", los "Fenómenos Colectivos", la "Física Nuclear y de Partículas", los "Procesos Atómicos" etc.</p>			

<b>Código:</b>	<b>600489</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física Nuclear y de Partículas</b>
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo básico		6	Obligatoria
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
30		15	105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
Conocer los constituyentes fundamentales de la materia y sus interacciones, los modelos nucleares, los procesos de desintegración, fisión y fusión, y aplicaciones.			
<b>Contenido</b>			
<p><b>Física nuclear:</b> Propiedades generales de los núcleos. Estudio del deuterón. Difusión nucleón-nucleón. Fuerzas nucleares y simetrías. Modelo del gas de Fermi. Modelo de capas. Modelos colectivos. Procesos de desintegración alfa, beta y gamma. Fisión. Reacciones nucleares. Fusión. Aplicaciones de la física nuclear: desde la medicina hasta la nucleosíntesis estelar.</p> <p><b>Partículas:</b> Aspectos generales de las partículas elementales. Interacciones: fuertes, débiles y electromagnéticas. Discusión de algunos aspectos de la física experimental. Leyes de conservación y números cuánticos. Estructura de las partículas elementales: las familias. Hadrones, quarks y leptones. Modelos teóricos para las interacciones de partículas elementales.</p>			
<b>Metodología docente</b>			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
Prácticas y exámenes finales que constarán de cuestiones y problemas			
<b>Bibliografía</b>			
<b>Observaciones</b>			

<b>Código:</b>	<b>600490</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física del Estado Sólido</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo Básico		6	Obligatoria	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
40		20	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Familiarizar al alumno con la metodología de la Física del Estado Sólido, tanto en su vertiente teórica (modelos para describir el comportamiento de los sólidos) como experimental (técnicas más habituales en el estudio de las distintas propiedades de los sólidos: mecánicas, eléctricas, magnéticas, etc).				
<b>Contenido</b>				
Estructuras cristalinas. Difracción. Vibraciones en las redes: fonones. Estados electrónicos: gas de electrones y estructura de bandas. Transporte electrónico. Dieléctricos. Propiedades magnéticas. Superconductividad. Defectos en cristales				
<b>Metodología docente</b>				
Clases de teoría y de resolución de problemas (4 ECTS). Laboratorio de prácticas de propiedades físicas de los sólidos (2 ECTS).				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen final de la asignatura. Para aprobar la asignatura es necesario haber aprobado separadamente el examen y el laboratorio.				
<b>Bibliografía</b>				
C. Kittel, <i>Física del Estado Sólido</i> (3ª ed.). Ed. Reverté, 1998. N.W. Ashcroft y N.D. Mermin, <i>Solid State Physics</i> . Holt-Saunders Int. Ed., 1976. H.Ibach y H. Lüth, <i>Solid-state physics: an introduction to theory and experiment</i> . Springer-Verlag, 1993. J. Piqueras y J.M. Rojo, <i>Problemas de introducción a la física del estado sólido</i> . Alhambra, 1980.				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600491</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física Estadística</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo Básico		6	Obligatoria	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
40		20	90	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Introducir al alumno en los fundamentos de la Física Estadística y en el estudio de los sistemas ideales. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de entender la complejidad de los sistemas macroscópicos. Esta asignatura proporciona conocimientos básicos en Física Estadística. Destrezas y competencias que se adquieren: Resolución de problemas simples. Conocimientos teóricos que relacionan las visiones microscópica y macroscópica de un sistema constituido por muchas partículas.				
<b>Contenido</b>				
Colectividades, estadísticas clásicas y cuánticas. Sistemas ideales: clásicos, fotones, fonones, electrones y bosones.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, clases de problemas				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Exámenes de problemas y ejercicios calificados sobre 10 puntos. Para su realización el alumno dispondrá de libros de teoría, apuntes de clase y los problemas realizados durante el curso.				
<b>Bibliografía</b>				
C. Fernández Tejero y M. Baus, <i>Física estadística del equilibrio. Fases de la materia</i> . Aula Documental de Investigación (2000). C. Fernández Tejero y J. M. Rodríguez Larrondo, <i>100 problemas de Física Estadística</i> . Alianza Editorial (1996).				
<b>Observaciones</b>				

Código:	600492	Nombre:	Electrodinámica Clásica	
Especialidad/modulo		Créditos ECTS 6	Tipo	
Módulo Básico		6	Obligatoria	
Horas teoría		Horas prácticas	Horas trabajo personal	
40		20	90	
Objetivos específicos de aprendizaje				
<p>Introducir al alumno en las interacciones entre materia y campos electromagnéticos. Los alumnos deben comprender los conceptos involucrados en la relatividad especial, la dinámica del campo electromagnético y los procesos radiativos, así como en la teoría clásica de campos. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de calcular la radiación electromagnética emitida por un sistema de cargas, antenas, etc. Destrezas y competencias que se adquieren: Movimiento de cargas en campos electromagnéticos y propagación de ondas electromagnéticas. Conocimientos teóricos/prácticos en las ecuaciones básicas del Campo Electromagnético incluyendo la radiación de ondas electromagnéticas.</p>				
Contenido				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Introducción</li> <li>2.- Relatividad Especial y covariancia de las ecuaciones de Maxwell</li> <li>3.- Formulación lagrangiana de la Electrodinámica Clásica</li> <li>4.- Simetrías y cantidades conservadas.</li> <li>4.- Ondas electromagnéticas</li> <li>5.- Radiación de ondas electromagnéticas</li> <li>6.- Desarrollos multipolares.</li> </ol>				
Metodología docente				
Clases magistrales, clases prácticas (2 ECTS): entrega de problemas, prácticas de laboratorio y con ordenador				
Criterios y métodos de evaluación				
Examen teórico-práctico. Entrega de ejercicios.				
Bibliografía				
<p>L.D. Landau y E.M. Lifshitz, <i>Teoría clásica de campos</i>, Reverté, 1986.  J.D. Jackson, <i>Classical Electrodynamics</i>, 3rd ed., Wiley &amp; Sons, 1999.  Bo Thidé, <i>Classical Electrodynamics</i>, <a href="http://www.plasma.uu.se/CED/Book">http://www.plasma.uu.se/CED/Book</a>.  A.O. Barut, <i>Electrodynamics and Classical Theory of Fields and Particles</i>, Dover, 1980.  V.V. Batyguin, I.N. Toptygin, <i>Problems in Electrodynamics</i>, Academic Press, 1978.</p>				
Observaciones				
Asignatura de carácter fundamental para todas las orientaciones de los estudios de física.				

<b>Código:</b>	<b>600493</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Geometría Diferencial Avanzada</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Métodos Matemáticos de la Física		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Introducir al estudiante en los conceptos y técnicas de la Geometría Diferencial y sus aplicaciones en Física.				
<b>Contenido</b>				
<p><b>1.</b> Variedades diferenciables: Espacio de funciones diferenciables entre variedades. Estructuras diferenciables difeomorfas. Espacios tangente. Espacios cotangente. Subvariedades.</p> <p><b>2.</b> Campos vectoriales. Campos de formas diferenciales. Fibrados tensoriales. Diferencial exterior. Derivada de Lie</p> <p><b>3.</b> Integración sobre variedades. Lema de Poincaré. Complejo de de Rham.</p> <p><b>4.</b> Grupos de Lie: Subgrupos de Lie. Subgrupos cerrados de un grupo de Lie. Algebra de Lie de un grupo de Lie. Formas diferenciales invariantes.</p> <p><b>5.</b> Conexiones en el fibrado tangente. Derivación covariante. Torsión. Curvatura. Identidad de Bianchi. Transporte paralelo. Holonomía. Geodésicas.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales y realización de trabajos personales.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen escrito sobre el programa explicado.				
<b>Bibliografía</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Y. Choquet-Bruhat, C. DeWitt-Morette, <i>Analysis, Manifolds and Physics. Part I.</i></li> <li>- M. Spivak, <i>A comprehensive Introduction to Differential Geometry.</i></li> <li>- M. Berger, B. Gostiaux, <i>Differential Geometry: Manifolds, Curves and surfaces.</i></li> <li>- C. von Westenholz, <i>Differential Forms in Mathematical Physics.</i></li> </ul>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600494</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Análisis Funcional</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Métodos Matemáticos de la Física		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Adquirir los conocimientos necesarios para entender las aplicaciones del Análisis Funcional, especialmente la teoría de espacios de Hilbert y la de distribuciones, en la Física. Las materias explicadas son parte fundamental de la base matemática de las asignaturas del Master.				
<b>Contenido</b>				
La integral de Lebesgue. Espacios normados. Espacios de Hilbert. Bases ortonormales. Operadores en espacios de Hilbert. Espectros de operadores. Aplicaciones a la mecánica cuántica. Ecuaciones integrales. Distribuciones. Transformada de Fourier de distribuciones. Soluciones fundamentales: funciones de Green y propagadores.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, entrega de problemas, exposiciones orales de los alumnos.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Entrega de ejercicios. Examen escrito.				
<b>Bibliografía</b>				
N. Boccara, <i>Functional Analysis. An Introduction for Physicists</i> . Academic Press, Boston, 1990. L. Abellanas, A. Galindo, <i>Espacios de Hilbert (Geometría, Operadores, Espectros)</i> Eudema, Madrid, 1987. E. Kreyszig, <i>Introductory Functional Analysis with Applications</i> . Wiley, New York, 1978. V.S. Vladimirov, <i>Equations of mathematical physics</i> . Marcel Dekker, New York, 1971. M. Reed, B. Simon, <i>Methods of Modern Mathematical Physics, vols I, II</i> . Academic Press, New York, 1972.				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600495</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Teoría de Grupos</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Métodos Matemáticos de la Física		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Introducción y aplicaciones de grupos y álgebras de Lie de interés en Física.				
<b>Contenido</b>				
Nociones de grupos finitos. Representaciones irreducibles. Caracteres. Grupos de Lie. Grupos de matrices. Álgebras de Lie. Grupos de rotaciones, Lorentz y Poincaré. Estructura y representaciones. Álgebras de Lie semisimples. Raíces y pesos. Clasificación.				
<b>Metodología docente</b>				
Motivación del contenido; notas históricas; teoría; aplicaciones; problemas.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Problemas propuestos y examen final.				
<b>Bibliografía</b>				
<p><i>Básicos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M. Tinkham: Group theory and quantum mechanics, Dover, 2003</li> <li>- J.F. Cornwell: Group theory in physics, Academic Press, 1984</li> <li>- M. Hamermesh: Group theory and its application to physical problems, Dover, 1989</li> </ul> <p><i>Avanzados:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J.E. Humphreys: Introduction to Lie algebras and representation theory. Springer, 1972</li> <li>- I. M. Gel'fand, R. A. Minlos and Z. Ya. Shapiro: Representations of the rotation and Lorentz groups and their applications. Pergamon Press, 1963</li> <li>- C. Chevalley: <i>Theory of Lie Groups</i>. Princeton University Press, 1999</li> </ul>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600496</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Integrables</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Métodos Matemáticos de la Física		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Aprender técnicas modernas de análisis y aplicación de modelos basados en ecuaciones diferenciales no lineales y sistemas integrables:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Métodos de Lax y teoría de solitones.</li> <li>2. Geometría de los sistemas integrables. Formulación Hamiltoniana y simetrías.</li> </ol> <p>Conocer aplicaciones recientes a modelos diversos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ondas no lineales en Física.</li> <li>2. Modelos de gravedad cuántica y modelos de matrices.</li> <li>3. Modelos integrables en Ciencias Sociales y Economía.</li> </ol>				
<b>Contenido</b>				
<p>Modelos Físicos no lineales de tipo integrable. Ondas dispersivas e hiperbólicas. Ondas de choque. Dispersión no lineal. El método de Lax : ecuaciones de Korteweg de Vries y Schrodinger no lineal. La red de Toda. Dinámica de solitones y sus aplicaciones. Modelos de matrices y su relación con los sistemas integrables. El método de los polinomios ortogonales. Aplicaciones a modelos de gravedad cuántica, teoría de la comunicación y análisis bursátil . Introducción a la geometría simpléctica. Campos Hamiltonianos y paréntesis de Poisson. Sistemas Hamiltonianos completamente integrables. Jerarquías de sistemas integrables con doble estructura Hamiltoniana. Simetrías de Lie y reducciones. Aplicaciones a teorías topológicas de campos, variedades de Frobenius . El metodo de Cartan para ecuaciones de evolución: álgebras de Wahlquist-Estabrook. Sistemas integrables en Economía y Biología: la red de Volterra.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
Exposición de los aspectos básicos por parte de los profesores. Resolución de ejercicios, preparación de temas complementarios y exposiciones por parte de los alumnos.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Realización de las tareas encomendadas individualmente y en grupo a los alumnos.				
<b>Bibliografía</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- G.B. Witham: Linear and Nonlinear Waves (Wiley Interscience, New York, 1974).</li> <li>- P. Deift : Orthogonal polynomials and random matrices: A Riemann-Hilbert approach (Courant lectures notes in Math. Vol. 3, AMS, 1999).</li> <li>- P. Di Francesco, P. Ginsparg and Z. Zinn-Justin: 2D Gravity and random matrices. Phys. Rept. 254, 1 (1995).</li> <li>- M. Potters, J.P. Bouchaud and L. Laloux: Financial Applications of Random Matrix Theory: Old Laces and New Pieces. arXiv:physics 0507111.</li> <li>- S. P. Novikov: Solitons and Geometry, Cambridge : Published for the Accademia nazionale dei Lincei and the Scuola normale superiore by the Press Syndicate of the University of Cambridge, 1994.</li> <li>- M. Nakahara, Geometry, Topology and Physics, Bristol, Adam Hilger, 1990.</li> <li>- P. Libermann and M. C. Marle, Symplectic geometry and Analytical Mechanics, Dorchrect, Reidel Publ., 1987.</li> <li>- F. Magri, Eight Lectures on Integrable Systems, p. 256-296, Lecture Notes in Physics, 495, Springer, Berlin, 1997.</li> </ul>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>601185</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Métodos Algebraicos y Geométricos en Física</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Métodos Matemáticos de la Física		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Este curso pretende enseñar la importancia de la modelización para el análisis de problemas dinámicos no lineales con aplicaciones multidisciplinares.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se presentarán evidencias experimentales y se discutirá la construcción de un modelo y las hipótesis bajo las cuales el modelo describe razonablemente el problema bajo estudio.</li> <li>2. La estructura matemática de los modelos constará de sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales, o de ecuaciones en derivadas parciales.</li> <li>3. En muy pocas ocasiones se pueden resolver tales ecuaciones, de modo que será preciso utilizar herramientas como la teoría cualitativa, complementada con la resolución numérica.</li> <li>4. Por último, se discutirán las predicciones del modelo y se plantearán formas de refinar el modelo para comportamientos más realistas.</li> </ol>				
<b>Contenido</b>				
<p>Algunos de los temas que se tratarán en el curso incluyen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sincronización de osciladores acoplados</li> <li>2. Ecuaciones de reacción-difusión</li> <li>3. Inestabilidad de Turing y formación de patrones</li> <li>4. Introducción a las redes complejas</li> </ol> <p>Se hará especial énfasis en los aspectos aplicativos de la modelización.</p> <p>En un tema introductorio se presentarán los conocimientos matemáticos necesarios para el resto del curso: fundamentos de teoría cualitativa de EDOs (estabilidad lineal, bifurcaciones, etc.) , análisis de Fourier, integración numérica, etc.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>El curso consta de clases de teoría donde se presentarán los contenidos fundamentales. Dada la modularidad de los contenidos, los estudiantes habrán de escoger algunos de los trabajos propuestos para profundizar en los temas tratados en clase.</p> <p>En clases prácticas se desarrollarán talleres para aprender a utilizar software para la integración numérica de EDOs, diagramas de bifurcaciones, redes complejas, etc.</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>Se valorará muy especialmente el interés y la participación en clase.</p> <p>Los estudiantes han de entregar un trabajo que profundice los temas tratados en clase y exponerlo ante sus compañeros. En esta exposición se valorará la comprensión del tema, la creatividad y originalidad del trabajo y la claridad de la presentación.</p>				
<b>Bibliografía</b>				
Consultar <a href="http://jacobi.fis.ucm.es/david/docencia/master/">http://jacobi.fis.ucm.es/david/docencia/master/</a>				
<b>Observaciones</b>				
<p>Información detallada sobre contenidos, bibliografía y el material del curso se puede consultar en la página web de la asignatura:</p> <p style="text-align: center;"><a href="http://jacobi.fis.ucm.es/david/docencia/master/">http://jacobi.fis.ucm.es/david/docencia/master/</a></p>				

<b>Código:</b>	<b>600497</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Mecánica Cuántica Avanzada</b>
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo de Física Cuántica		6	Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
30		15	105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
<p>Conseguir que el alumno domine los métodos de cálculo analítico característicos de teoría de perturbaciones y scattering, que son básicos en estudios posteriores en Física atómica, nuclear y molecular, Teoría de campos, Partículas elementales, etc.</p> <p>Destrezas y competencias que se adquieren: aplicación y uso de técnicas de cálculo (aprendidas durante cursos anteriores) para describir y resolver problemas físicos, como puedan ser la interacción luz-materia o la dispersión elástica de cuerpos.</p>			
<b>Contenido</b>			
<p>1. Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo.</p> <p>2. Teoría de scattering.</p>			
<b>Metodología docente</b>			
<p>Clases tradicionales de teoría, con ejemplos y ejercicios.(incluye prácticas en aula informática): 4 ECTS</p> <p>Entrega de problemas: 2 ECTS</p>			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
Examen (50% de la nota) y entrega de ejercicios (50%).			
<b>Bibliografía</b>			
<p>1. A. Galindo, P. Pascual. Quantum mechanics II. Springer Verlag, 1990</p> <p>2. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe. Mécanique Quantique. Tome II. Hermann, 1973</p> <p>3. L.I. Schiff. Quantum Mechanics. McGraw-Hill, 1968</p> <p>4. J.R. Taylor. Scattering Theory. John Wiley, 1972</p>			
<b>Observaciones</b>			
La asignatura tiene una página web en la que aparece toda la información relativa a la asignatura y de la que se puede “descargar” el material docente.			

<b>Código:</b>	<b>600498</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Teoría Cuántica de Campos</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Física Cuántica		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Introducir al alumno en el apasionante mundo de la teoría cuántica de campos. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de llevar a cabo cálculos básicos en teoría cuántica de campos. Esta asignatura proporciona conocimientos básicos en teoría cuántica de campos y sus aplicaciones</p> <p>Destrezas y competencias que se adquieren: cálculo de funciones de Green a nivel árbol y un bucle, renormalización dimensional, cálculo de funciones beta, simetrías gauge.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>Campos clásicos. Grupo de Poincaré y simetría CPT. Campos cuánticos libres bosónicos, fermiónicos y gauge. Propagadores libres. Teorema de Wick. Fórmula de Gell-Mann-Low. Formulas de Reducción. Regularización y renormalización dimensionales. Substracción mínima. Grupo de renormalización. QED. Introducción a la cuantificación y renormalización de teorías gauge no abelianas. Libertad asintótica.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>Clases magistrales, entrega de problemas, prácticas con ordenador, desarrollo de modelos, elaboración y presentación de trabajos.</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>Evaluación continua mediante la entrega de problemas y ensayos semanales.</p>				
<b>Bibliografía</b>				
<p>C. Itzykson y J.B Zuber : <i>Quantum Field Theory</i>. McGraw-Hill Internacional Editions.  M.E. Peskin y D.V. Schroeder: <i>Quantum Field Theory</i>. Westview Press.  D. Bailin and A. Love: <i>Introduction to Gauge Field Theory</i>. Institute of Physics Publishing.  S. Pokorski: <i>Gauge Field Theories</i>. Cambridge University Press</p>				
<b>Observaciones</b>				

Código:	600499	Nombre:	Campos y Cuerdas	
Especialidad/modulo		Créditos ECTS	Tipo	
Módulo de Física Cuántica		6	Optativa	
Horas teoría		Horas prácticas	Horas trabajo personal	
30		15	105	
Objetivos específicos de aprendizaje				
<p>Introducir al alumno en la teoría cuántica de campos avanzada; y en la teoría de cuerdas cuánticas, que unifica las interacciones fundamentales (incluida la gravitación).</p> <p>Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de proseguir: un estudio avanzado de teoría cuántica de campos y de teoría de cuerdas, con aplicaciones a la cosmología de esta última.</p> <p>Esta asignatura proporciona conocimientos básicos: en renormalización, en teoría de campos cuánticos y en teoría de cuerdas.</p> <p>Destrezas y competencias que se adquieren: capacitación para el estudio y análisis de las teorías de campos (objetos fundamentales puntuales) y de las teorías de cuerdas que unifican las interacciones fundamentales (objetos fundamentales dimensionales).</p> <p>Conocimientos teórico/prácticos en: Interacciones fuertes, electromagnéticas y débiles. Gravitación. Cosmología.</p>				
Contenido				
<p>Descriptores de la asignatura: Integración sobre caminos. Renormalización teorías gauge. Anomalías. Soluciones no perturbativas. Introducción a la supersimetría. Cuerdas bosónicas. Supercuerdas. Dimensiones compactas y <i>embedding</i>. Cuerdas en espacio tiempos curvos. Aplicaciones a la Cosmología.</p> <p>Descripción de sus contenidos: Teoría de Campos Cuánticos Avanzada. Dinámica de objetos fundamentales unidimensionales en espacio tiempos planos y curvos.</p>				
Metodología docente				
Clases magistrales, entrega de problemas, seminarios.				
Criterios y métodos de evaluación				
Entrega de ejercicios. Presentación de trabajos. Seminarios dados por los alumnos.				
Bibliografía				
<p>S. Pokorski: <i>Gauge Field Theories</i>. Cambridge University Press.</p> <p>S. Weinberg: <i>The Quantum Theory of Fields. Vol. II</i>. Cambridge University Press.</p> <p>P. West: <i>Introduction to Supersymmetry and Supergravity</i>. World Scientific</p> <p>M. B. Green, J. H. Schwarz, E. Witten: <i>Superstring Theory</i>. Cambridge University Press.</p> <p>M. Kaku: <i>Introduction to Superstrings and M-Theory</i>. Springer.</p> <p>J. Polchinski: <i>String theory. Vol. I</i>. Cambridge University Press.</p>				
Observaciones				

<b>Código:</b>	<b>600500</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Información Cuántica y Computación Cuántica</b>
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo de Física Cuántica		6	Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
30		15	105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
<p>Introducir al alumno en las nociones y métodos básicos de la Información y Computación Cuánticas. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de seguir los modernos desarrollos actuales que están sucediendo tanto experimentales como teóricos relacionados con la Teoría de la Información Cuántica. Esta asignatura proporciona conocimientos básicos en varios temas como por ejemplo Teorías de la Información y Computación Clásicas como paso previo para sus extensiones cuánticas, como son Teorema de No-Clonación Cuántica, Codificación Densa en Canales Cuánticos, Teleportación, Criptografía Cuántica, Algoritmos Cuánticos de Computo, etc Se necesitan los conocimientos adquiridos por el alumno que ha cursado las asignaturas de Física Cuántica I, II y Mecánica Cuántica del grado de Físicas.</p>			
<b>Contenido</b>			
<p>Información cuántica. Computación cuántica. Criptografía y comunicaciones. Soportes de la información. Estados entrelazados. No localidad y principio de indeterminación. Teleportación. Algoritmos clásicos y cuánticos: paralelismos y diferencias.</p>			
<b>Metodología docente</b>			
<p>Clases impartidas con la misma Metodología que una asignatura de grado, ocasionalmente cumplimentada con transparencias y demostraciones con ordenador.</p>			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
<p>Entrega de varias series de ejercicios a lo largo del curso que se corregirán por los profesores de la asignatura.</p>			
<b>Bibliografía</b>			
<p>Bouwmeester, D., A. Eckert, and A. Zeilinger (Eds.), <i>The physics of quantum information</i>. Springer-Verlag 2000.  Galindo, A. and Martin-Delgado, M.A.: <i>Information and Computation: Classical and Quantum Aspects</i>. Rev.Mod.Phys. <b>74</b> (2002) 347-423.  Nielsen, M.A., I.L. Chuang, <i>Quantum Computation and Quantum information</i>. Cambridge Univ. Press 2000.  Physics World, Marzo 1998.</p>			
<b>Observaciones</b>			

<b>Código:</b>	<b>600501</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Fenómenos Colectivos</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Sistemas Complejos		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Introducir al alumno en conceptos como la invariancia de escala, Universalidad y Grupo de Renormalización. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de utilizar técnicas de mecánica estadística para el estudio de fenómenos críticos. Esta asignatura proporciona conocimientos básicos para la teoría de campos, utilizables en Física de la Materia Condensada o Física de Altas Energías. Se desarrollarán destrezas y competencias tales como la aproximación de campo medio, transformaciones de escala, interpretación de flujos de grupo de renormalización, etc. Conocimientos teóricos/prácticos básicos sobre técnicas analíticas y numéricas para el estudio de fenómenos críticos.				
<b>Contenido</b>				
Fenómenos Críticos. Ruptura de simetría. Funciones de Correlación. Grupo de Renormalización. Universalidad. Análisis de diversos modelos.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, entrega de problemas, prácticas con ordenador con presentación de trabajos por escrito. (El trabajo en el laboratorio de informática junto con presentación del trabajo suman un total aproximado de 1 ECTS)				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen de teoría y práctico (70%). Entrega de ejercicios (10%). Presentación por escrito de trabajo realizado en el laboratorio (20%).				
<b>Bibliografía</b>				
<p>D.J. Amit, V. Martín-Mayor, <i>Field theory, the renormalization group and critical phenomena</i>, third edition. World Scientific, Singapore (2005).</p> <p>G. Parisi, <i>Statistical Field Theory</i>. Perseus Books Group (1998).</p> <p>A.D. Sokal en <i>Quantum Fields on the Computer</i>, Editor M. Creutz. World Scientific, Singapore (1992).</p> <p>N. Goldenfeld, <i>Scaling, Universality and Renormalization Group Theory</i>. Addison-Wesley (1992). M. Le Bellac, <i>Quantum and Statistical Field Theory</i>. Clarendon Press, Oxford (1991).</p> <p>J. Cardy, <i>Scaling and Renormalization in Statistical Physics</i>. Cambridge University Press (1996).</p> <p>J.J. Binney, N.L. Dowrick, A.J. Fisher and M.E.J. Newman. <i>The Modern Theory of Critical Phenomena</i>. Clarendon Press, Oxford (1992).</p>				
<b>Observaciones</b>				
La asignatura forma parte del actual plan de estudios de la licenciatura en Física en la UCM. Esta asignatura tiene carácter introductorio. En la asignatura "Teoría Estadística de Campos y Aplicaciones" se desarrollarán y profundizarán conceptos introducidos aquí.				

Código:	600502	Nombre:	Física Computacional			
Especialidad/modulo	Módulo de Sistemas Complejos		Créditos ECTS	6	Tipo	Optativa
Horas teoría	15	Horas prácticas	45	Horas trabajo personal	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>						
1. Introducción a algunos métodos numéricos de ecuaciones diferenciales de interés en Física. 2. Implementación de los mismos con lenguajes de programación y programas de simulación algebraica (Maple, Matlab, etc.). 3. Introducción al método de Monte Carlo.						
<b>Contenido</b>						
Simulación de ecuaciones básicas de la Física (método de diferencias finitas). Método de Monte Carlo. Programas Maple, Matlab, etc.						
<b>Metodología docente</b>						
Clases teóricas y prácticas con ordenador.						
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>						
Examen y entrega de ejercicios.						
<b>Bibliografía</b>						
M.L. Abell y J.P. Braselton: <i>Maple V by Example</i> . Academic Press G.L. Articulo: <i>Partial Differential Equations and Boundary Value Problems with Maple V</i> . Academic Press. M. Horbastsch: <i>Quantum Mechanics Using Maple</i> . Springer Verlag S. Lynch: <i>Dynamical Systems with Applications using Maple</i> . Birkhauser J.D. Lambert, <i>Computational Methods in Ordinary Differential Equations</i> , John Wiley & Sons (Nueva York 1973). A.R. Mitchell y D.F. Griffiths, <i>The Finite Difference Method in Partial Differential Equations</i> , John Wiley (Nueva York 1980). K. Binder y D.W. Heerman, <i>Monte Carlo Simulation in Statistical Physics</i> , Springer (Berlin 1997).						
<b>Observaciones</b>						
El grupo B de la asignatura contará con una página web en <a href="http://teorica.fis.ucm.es/~ft7/Computacional.html">http://teorica.fis.ucm.es/~ft7/Computacional.html</a> .						

<b>Código:</b>	<b>600503</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Teoría Estadística de Campos y Aplicaciones</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Sistemas Complejos		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Introducir al alumno en la aplicación de ideas de Teoría Cuántica de Campos a la Física de la Materia Condensada y la Mecánica Estadística. A la inversa, estudiar propiedades no perturbativas en Teoría Cuántica de Campos a partir de la analogía Mecánico-Estadística. Plantear la integración funcional partiendo de la noción intuitiva de camino aleatorio que se formalizará mediante el concepto de proceso estocástico. Discutir la relación con la Mecánica Cuántica (en el caso de una partícula), con la Teoría Cuántica de Campos (muchas partículas) así como con las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. Las destrezas y competencias que se adquieren incluyen los Métodos de Montecarlo, las técnicas de análisis de tamaño finito y diversas técnicas perturbativas. Se adquirirán conocimientos teóricos/prácticos de utilidad en variados contextos que van desde la Econofísica hasta la Física de Altas Energías.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>Teoría de la Probabilidad. Procesos Estocásticos. La integral de camino en Mecánica Cuántica y en Teoría Cuántica de Campos. Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. Teoría Cuántica de Campos en el Retículo.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>Clases teóricas complementadas con clases de problemas. Clases prácticas con ordenador sobre simulaciones de Montecarlo (2 ECTS).</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>Realización y entrega de ejercicios (30%). Prácticas en el laboratorio de Física Computacional (70%).</p>				
<b>Bibliografía</b>				
<p>D.J. Amit &amp; V. Martín Mayor, <i>Field Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena</i>. World-Scientific Singapore, third edition (2005).</p> <p>G. Parisi, <i>Statistical Field Theory</i>. Perseus Books Group (1998).</p> <p>P.E. Kloeden &amp; E. Platen, <i>Numerical Solution of Stochastic Differential Equations</i>. Springer Verlag (1992).</p> <p>M. Creutz, <i>Quarks, gluons and lattices</i>, Cambridge University Press (1983).</p> <p>H.J. Rothe, <i>Lattice Gauge Theories, An Introduction</i>. World-Scientific Singapore, second edition (1997).</p>				
<b>Observaciones</b>				
<p>En esta asignatura se profundiza en los conceptos introducidos en “Fenómenos Colectivos” y “Teoría Cuántica de Campos”. A su vez, será útil para el estudio de las asignaturas “Teorías Gauge de las interacciones fundamentales” y “Física de Condensados Atómicos”. Será útil la experiencia de programación. El entorno utilizado será Linux y el lenguaje C. En modo alguno será imprescindible, pues el nivel de exigencia de los trabajos se adecuará a la experiencia previa de los estudiantes.</p>				
<p>Más información en <a href="http://teorica.fis.ucm.es/TEC/TeoriaEstadisticadeCampos.html">http://teorica.fis.ucm.es/TEC/TeoriaEstadisticadeCampos.html</a></p>				

<b>Código:</b>	<b>600504</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Partículas elementales</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Física de Altas Energías		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
25		20	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Entender los conceptos y simetrías en los que se fundamentan los modelos básicos de partículas elementales (QED, QCD, electrodébil y estándar).</p> <p>Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de calcular secciones eficaces de procesos elementales y vidas medias de partículas.</p> <p>Destrezas y competencias que se adquieren: uso y combinación de métodos analíticos de programas de manipulación algebraica.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>0. Introducción matriz S, reglas de Feynman.</p> <p>1. Electrodinámica cuántica.</p> <p>2. Cromodinámica cuántica.</p> <p>3. Modelo electrodébil.</p> <p>4. Modelo estándar.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>Clases tradicionales de teoría, con ejemplos y ejercicios (incluye prácticas en aula informática con programas de manipulación algebraica): 3 ECTS.</p> <p>Entrega de ejercicios y proyecto final: 3 ECTS.</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen y entrega de ejercicios.				
<b>Bibliografía</b>				
<p>T-P. Cheng y L-F. Li: <i>Gauge theories of Elementary particle physics</i>, Oxford University Press (Nueva York 1984).</p> <p>D. Griffiths: <i>Introduction to elementary particle physics</i>, Wiley (Nueva York 1987).</p> <p>H. Halzen y A. D. Martin: <i>Quarks and leptons: an introductory course in modern particle physics</i>, Wiley (Nueva York 1984).</p> <p>D. H. Perkins: <i>Introduction to High energy physics</i>, Addison Wesley (Reading 1982).</p>				
<b>Observaciones</b>				
La asignatura tiene una página web en <a href="http://teorica.fis.ucm.es/~ft7/PE.html">http://teorica.fis.ucm.es/~ft7/PE.html</a> , en la que aparece toda la información relativa a la asignatura y de la que se puede “descargar” el material docente.				

<b>Código:</b>	<b>600505</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Teorías Gauge de las Interacciones Fundamentales</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Física de Altas Energías		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
El objetivo fundamental que se persigue es que los alumnos adquieran una visión moderna y rigurosa sobre el Modelo Estándar de las Partículas e Interacciones Fundamentales, conectando con asignaturas cursadas previamente sobre estos temas, tales como Teoría Cuántica de Campos y Partículas Elementales				
<b>Contenido</b>				
Introducción a las Teorías Gauge, El Modelo Estándar: Interacciones Fuertes (Cromodinámica Cuántica) y Electrodébiles.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, entrega de problemas (aprox. 1 ECTS) y presentación de trabajos (aprox. 3 ECTS).				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Entrega de problemas (20% de la nota aprox.) y presentación de trabajos (80% aprox.).				
<b>Bibliografía</b>				
F.J. Halzen y A.D. Martin, <i>Quarks and Leptons</i> , John Wiley&sons 1984. J.F. Donoghue, E. Golowich y B.R.Holstein, <i>Dynamics of the Standard Model</i> , Cambridge University Press 1994. F.J. Yndurain, <i>The theory of quark and gluon interaction</i> , Springer-Verlag 1999. R.J. Rivers, <i>Path Integral Methods in Quantum Field Theory</i> .				
<b>Observaciones</b>				
Corresponde a la asignatura “Partículas Elementales e Interacciones Fundamentales” del anterior Programa de Doctorado de Física Fundamental con Mención de Calidad.				

<b>Código:</b>	<b>600506</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Métodos de Estadística y Tratamiento de Datos</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Física de Altas Energías		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
La asignatura pretende introducir los conceptos básicos sobre la Teoría de la probabilidad y la inferencia estadística que son de utilidad para poder trabajar y extraer la información relevante de una muestra experimental. La mayoría de los ejemplos y aplicaciones proceden de experimentos reales en el campo de la Física y Astrofísica de partículas.				
<b>Contenido</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historia y concepto de probabilidad.</li> <li>2. Probabilidad axiomática.</li> <li>3. Probabilidad condicional y Teorema de Bayes.</li> <li>4. Función de distribución.</li> <li>5. Esperanza matemática y características estocásticas.</li> <li>6. Modelos de distribuciones.</li> <li>7. Función característica.</li> <li>8. Teoremas límite y convergencia.</li> <li>9. Cadenas de Markov estacionarias.</li> <li>10. El método de Monte Carlo.</li> <li>11. Inferencia estadística.</li> </ol>				
<b>Metodología docente</b>				
Todos los capítulos del curso están desarrollados extensamente en ficheros escritos bajo TeX que constituyen el texto base. En cada clase se explicarán los conceptos fundamentales de cada tema, se expondrán aplicaciones concretas en experimentos de Física de partículas y se distribuirá tanto el correspondiente capítulo impreso como una serie de problemas que se resolverán en las clases prácticas.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Los criterios de evaluación se basan en la participación en las clases de problemas y en la resolución de problemas.				
<b>Bibliografía</b>				
<p>J. Bernardo y A. Smith: <i>Bayesian theory</i> (John Wiley &amp; Sons).</p> <p>G. Box y G. Tiao: <i>Bayesian inference in statistical analysis</i> (John Wiley &amp; Sons).</p> <p>A. Gelman et al.: <i>Bayesian data analysis</i> (Chapman and Hall, ISBN 0 412 039915).</p> <p>H. Cramer: <i>Mathematical methods of statistics</i> (Princeton University Press).</p> <p>M. Loeve: <i>Probability theory</i> (D. Van Nostrand Company Inc. 1955).</p> <p>S.M. Ross: <i>Introduction to probability models</i> (Academic Press).</p> <p>E. Parzen: <i>Procesos estocásticos</i> (Paraninfo 1971).</p> <p>S. Kullback: <i>Information theory and statistics</i> (Dover Pub. Inc.).</p>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600507</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Mecánica Teórica</b>
<b>Especialidad/modulo</b>	<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Relatividad Especial y Cosmología	6		Optativa
<b>Horas teoría</b>	<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30	15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
Exponer la formulación hamiltoniana de la Mecánica Clásica, poniendo especial énfasis en establecer su relación con otras ramas de la Física.			
<b>Contenido</b>			
Ecuaciones de Hamilton. Paréntesis de Poisson. Invariantes integrales de la Mecánica. Transformaciones canónicas. Ecuación de Hamilton-Jacobi. Sistemas completamente integrables. Caos. Teoría de perturbaciones.			
<b>Metodología docente</b>			
El curso constará por un lado de clases teóricas en las que el profesor desarrollará los conceptos expuestos más arriba. Simultáneamente, se ilustrarán dichos conceptos con clases prácticas de resolución de problemas y cuestiones, con participación de los alumnos. Para ello se asignará a los alumnos la resolución de problemas teórico-prácticos de un nivel de dificultad moderado, que posteriormente expondrán en clase [1–1.5 créditos ECTS].			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
Examen teórico-práctico (70% de la nota final). Resolución y exposición en clase de problemas (30% de la nota final).			
<b>Bibliografía</b>			
F. R. Gantmacher, <i>Mecánica Analítica</i> (URSS, Moscú, 1996). H. Goldstein, C. Poole, J. Safko, <i>Classical Mechanics (3rd ed.)</i> (Addison Wesley, San Francisco, 2002). J. V. José, E. J. Saletan, <i>Classical Dynamics: a contemporary approach</i> (Cambridge University Press, New York, 2002). L. Meirovitch, <i>Methods of Analytical Dynamics</i> , (McGraw-Hill, New York, 1988).			
<b>Observaciones</b>			

<b>Código:</b>	<b>600508</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Relatividad General</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Relatividad General y Cosmología		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Comprensión de los conceptos, las técnicas y algunas aplicaciones de la Relatividad General. Los objetivos específicos son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión y manejo de los conceptos matemáticos que proporcionan una base rigurosa para el estudio de la teoría general de la relatividad.</li> <li>• Pleno conocimiento y comprensión de las isometrías no solo como concepto abstracto sino como una herramienta muy útil para clasificar y estudiar geometrías espaciotemporales.</li> <li>• Acercamiento al estudio de las soluciones exactas de las ecuaciones de Einstein, de sus propiedades más importantes y de su clasificación.</li> <li>• Asimilación de los conceptos básicos referentes a la existencia de horizontes y de singularidades.</li> <li>• Comprensión de los análisis y aspectos básicos de la radiación gravitatoria, tanto en lo que se refiere a su emisión y propagación como a su detección.</li> </ul>				
<b>Contenido</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría pseudo-Riemanniana del espaciotiempo. Principio de equivalencia</li> <li>• Ecuaciones de Einstein</li> <li>• La curvatura de Weyl: fuerzas de marea</li> <li>• Isometrías</li> <li>• Algunas soluciones exactas y resultados clásicos</li> <li>• Radiación gravitatoria</li> </ul>				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, entrega de problemas, realización de trabajos.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen teórico-práctico. Presentación de trabajos y/o ejercicios propuestos.				
<b>Bibliografía</b>				
<p>S.M. Carroll, <i>Lecture notes on general relativity</i>, <a href="http://es.arxiv.org/abs/gr-qc/9712019">http://es.arxiv.org/abs/gr-qc/9712019</a>.  R.M.Wald, <i>General relativity</i>, University of Chicago Press, 1984.  I. Ciufolini y J.A. Wheeler, <i>Gravitation and inertia</i>, Princeton Univ. Press, 1995.  C.W. Misner, K.S. Thorne y J.A. Wheeler, <i>Gravitation</i>, Freeman and Co., 1973.  H. Stephani, <i>General relativity. An introduction to the theory of the gravitational field</i>, Cambridge University Press, 1990.  J. Stewart, <i>Advanced general relativity</i>, Cambridge University Press, 1993.  D. Kramer, H. Stephani, E. Herlt, M. MacCallum y E. Schmutzer, <i>Exact solutions of Einstein's field equations</i>, Cambridge University Press, 1981.  A.P. Lightman, W.H. Press, R.H. Price y S.A. Teukolsky, <i>Problem book in relativity and gravitation</i>, Princeton University Press, 1975.</p>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600509</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Gravitación y Cosmología</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Relatividad General y Cosmología		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Conocer los fundamentos de la Teoría de Relatividad General, sus pruebas clásicas y sus aplicaciones en los procesos astrofísicos como el colapso estelar o la generación de ondas gravitacionales. Aplicar la Teoría a la descripción del universo a gran escala e introducir el Modelo Cosmológico Estándar.				
<b>Contenido</b>				
Principios de equivalencia. Teoría einsteniana de la gravitación y sus pruebas clásicas. Colapso gravitacional. Principios cosmológicos. Modelo cosmológico estándar.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases de teoría (1.2 ECTS), clases prácticas (0.6 ECTS), desarrollo de trabajos en grupo o individuales (4.2 ECTS).				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Presentación de trabajos y problemas y/o examen teórico-práctico				
<b>Bibliografía</b>				
S. Weinberg. <i>Gravitation and Cosmology</i> . J. Wiley. 1972 J. B. Hartle. <i>Gravity</i> . Addison-Wesley. 2003 B. Schutz. <i>A First Course in General Relativity</i> . 1984 C. W. Misner, K. J. Thorne and J. A. Wheeler. <i>Gravitation</i> . Freeman. 1972 E. W. Kolb and M. S. Turner. <i>The Early Universe</i> . Addison-Wesley. 1994 A. Liddle. <i>An Introduction to Modern Cosmology</i> . J. Wiley. 2003 T. Padmanabhan. <i>Theoretical Astrophysics Vol III: Galaxies and Cosmology</i> . Cambridge University Press. 2002				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600510</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Cosmología y Astrofísica Relativista</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Relatividad General y Cosmología		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Un objetivo de esta asignatura es proporcionar una base teórica sobre los siguientes temas: i) Modelo cosmológico estándar. ii) Modelos inflacionarios del Universo primitivo y formación de estructuras. iii) Materia y energía oscuras en Cosmología. Además se pretende, como objetivo igualmente importante, proporcionar una información suficiente que permita a los alumnos abordar la literatura especializada e iniciarse en alguna línea específica de investigación.</p>				
<b>Contenido</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelos cosmológicos de Friedmann-Lemaître.</li> <li>2. Historia térmica del Universo.</li> <li>3. Materia y energía oscuras.</li> <li>4. Teoría de perturbaciones cosmológicas.</li> <li>5. Modelos inflacionarios.</li> <li>6. Formación de estructuras y la radiación de fondo cósmica.</li> <li>7. Radiación gravitacional.</li> <li>8. Colapso gravitacional: explosiones de supernova.</li> </ol>				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, prácticas con ordenador, desarrollo de trabajos.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Presentación de trabajos y/o ejercicios propuestos				
<b>Bibliografía</b>				
<p>E. Kolb, M. Turner, The Early Universe, Addison-Wesley, 1994.  A.R. Liddle, D.H. Lyth, Cosmological Inflation and Large Scale Structure, Cambridge University Press, 2000.  S. Dodelson, Modern Cosmology, Academic Press (2003)  R. Durrer, The cosmic microwave background, Cambridge (2008)  V.F. Mukhanov, H. A. Feldman, R. H. Brandenberger, Theory of Cosmological Perturbations, Phys. Rep. 215 (1992) 203.  T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics vol III: Galaxies and Cosmology, Cambridge University Press, 2002.  S.L. Shapiro, S.A. Teukolsky, Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects, John Wiley &amp; Sons, 1983.</p>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600511</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Relatividad General Avanzada y Agujeros Negros</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Relatividad General y Cosmología		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Manejo de diversas técnicas avanzadas en relatividad general.  Aplicación a fluidos autogravitantes y a campos de Einstein-Yang-Mills.  Comprensión de los aspectos básicos de la física (clásica y cuántica) de agujeros negros.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>Espinores en relatividad general. Campos algebraicamente especiales. Estructura asintótica. Sistemas axisimétricos estacionarios. Agujeros negros de Schwarzschild, cargados y rotantes. Termodinámica de agujeros negros. Radiación de Hawking. Agujeros negros acústicos.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>Clases magistrales, entrega de problemas (1.5 ECTS), presentación de trabajo (1.5 ECTS).</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>Entrega de ejercicios. Presentación de trabajo.</p>				
<b>Bibliografía</b>				
<p>N.D. Birrell, P.C.W. Davies: <i>Quantum fields in curved space</i>, Cambridge University Press, 1982).  S.W. Hawking, G.F.R. Ellis: <i>The large scale structure of space-time</i>, Cambridge University Press, 1973).  M. Heusler: <i>Black Hole Uniqueness Theorems</i> (Cambridge University Press, 1996).  M. Novello, M. Visser, G. Volovik: <i>Artificial black holes</i> (World Scientific, 2002).  H. Stephani, D. Kramer, M. MacCallum, C. Hoenselaers, E. Herlt: <i>Exact Solutions of Einstein's Field Equations</i> (Cambridge University Press, 2a. edición, 2002).  J. Stewart: <i>Advanced General Relativity</i> (Cambridge University Press, reimpresión, 2003).  P.K. Townsend: <i>Lecture notes on Black Holes</i>  (<a href="http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/members/townsend.html">http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/members/townsend.html</a>).  M.S. Volkov, D.V. Gal'tsov: <i>Gravitating Non-Abelian Solitons and Black Holes with Yang-Mills Fields</i>, Phys. Rep. 319 (1999) 1-83.  R.M. Wald: <i>General Relativity</i> (University of Chicago Press, 1984).</p>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600512</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física Atómica y Molecular</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Estructura de la Materia		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Introducir al alumno en los fundamentos de la estructura del átomo, el enlace molecular y la espectroscopía de átomos y moléculas.</p> <p>Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de interpretar (tanto para átomos como para moléculas diatómicas) los diagrama de niveles y analizar sus espectros de emisión/absorción.</p> <p>Esta asignatura proporciona conocimientos básicos de las técnicas de cálculo de parámetros atómicos/moleculares.</p> <p>Otras destrezas y competencias que se adquieren son el manejo de la instrumentación habitual en espectroscopia</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>Átomos polielectrónicos: Estructura atómica; Aproximación de campo central y sus correcciones; Técnicas de cálculo; Interacción con campos externos estáticos; Espectroscopía.</p> <p>Moléculas: Aproximación de Born Oppenheimer; Estudio del enlace molecular; Funciones de onda electrónica, vibracional y rotacional; Espectroscopía de moléculas diatómicas.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, prácticas de laboratorio (1.5 ECTS aprox.), prácticas de cálculo numérico (1.5 ECTS aprox.), propuesta y resolución de problemas (1.5 ECTS aprox.)				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen de teoría y problemas. Entrega de ejercicios.				
<b>Bibliografía</b>				
B.H. Bransden, C.J. Joachain: <i>Physics of Atoms and Molecules</i> . Ed Prentice Hall 2001				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600513</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Estructura Nuclear</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Estructura de la Materia		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		120
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de comprender los principios básicos de las desintegraciones nucleares, la estructura de los núcleos atómicos y la fenomenología de las reacciones nucleares.				
<b>Contenido</b>				
Procesos de desintegración nuclear: desintegraciones alfa, beta y gamma. Fusión y fisión nuclear. Aplicaciones.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases teóricas, entrega de problemas realizados individualmente por cada alumno, prácticas de laboratorio.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen de teoría (50%). Entrega de problemas (25%). Entrega de trabajo de prácticas de laboratorio (25%).				
<b>Bibliografía</b>				
<b>Observaciones</b>				
Asignatura piloto del EEES cursos 03-04 y 04-05. Impartida en la Licenciatura de Física.				

<b>Código:</b>	<b>600514</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Procesos Atómicos</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Estructura de la Materia		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Profundizar en el conocimiento de la estructura atómica, haciendo énfasis en las características especiales de transiciones de interés astrofísico y metrológico. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de interpretar los datos atómicos de la bibliografía teniendo en cuenta tanto las transiciones intensas, líneas “permitidas” como las débiles, líneas “prohibidas”. Otro objetivo es adquirir experiencia en técnicas de vacío y en fuentes espectroscópicas como son los plasmas producidos por láser.				
<b>Contenido</b>				
Acoplamiento puros y acoplamiento intermedio. Interacción de configuraciones. Estructura hiperfina. Efecto de campos magnéticos. Cálculo de probabilidades de transición dipolares eléctricas, dipolares magnéticas y cuadrupolares eléctricas. Excitación de niveles atómicos por colisión con partículas cargadas. Desplazamientos isotópicos. Los átomos muy ionizados. Plasmas producidos por láser.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases magistrales, prácticas de laboratorio (1.5 ECTS aprox.), prácticas de cálculo numérico (1.5 ECTS aprox.), propuesta y resolución de problemas (1.5 ECTS aprox.)				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Examen de teoría y problemas. Entrega de ejercicios.				
<b>Bibliografía</b>				
I.I. Sobelman: <i>Atomic Spectra and Radiative Transitions</i> . Springer-Verlag. 1991 S. Svanberg: <i>Atomic and Molecular Spectroscopy. Basic Aspects and Practical Applications</i> . Springer. 2001				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600515</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física de Astropartículas</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Estructura de la Materia		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Adquirir una visión general de la Física de Astropartículas, entendiendo como tal la exploración del Universo usando partículas: fotones de alta energía, rayos cósmicos, neutrinos. Estudiar la información que las medidas de este campo aportan a la Cosmología, Física de Partículas y Astrofísica.				
<b>Contenido</b>				
Introducción a la Física de Astropartículas. Métodos de Detección de partículas provenientes del Cosmos. Observación desde Tierra y desde el espacio. Fuentes. Mecanismos de aceleración. Propagación. Perspectivas del campo.				
<b>Metodología docente</b>				
Se utilizarán sesiones teórica con medios audiovisuales (en torno a 4 ECTS), prácticas de laboratorio, (sobre 1 ECTS) , presentaciones de alumnos (alrededor de 0,5 ECTS) y sesiones de problemas (unos 0,5 ECTS).				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Prácticas y ejercicios a entregar, 20%, preparación y presentación de un trabajo en clase 10% y examen final (70%).				
<b>Bibliografía</b>				
F. Aharonian. <i>Very High Energy Cosmic Gamma Radiation</i> . World Scientific 2004 M.S. Longair. <i>High Energy Astrophysics Vol 1. Particles, photons and their detection</i> . Cambridge Univ. Press 1994. C. Grupen, G. Cowan, et al: <i>Astroparticle Physics</i> . Springer 2005.				
<b>Observaciones</b>				
Las prácticas de laboratorio se coordinarán con asignaturas relacionadas como la de Física Nuclear y Partículas o las del Módulo de Física de Altas Energías				

<b>Código:</b>	<b>600516</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física del Universo Primitivo</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Estructura de la Materia		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>(1) Proveer al alumno con un conocimiento global y actualizado de la Física del Universo Primitivo. (2) Conseguir que el alumno comprenda las implicaciones para el Universo Primitivo de los conocimientos adquiridos en otras disciplinas (gravitación, física estadística, atómica, nuclear y de partículas), siendo por tanto un interesante complemento formativo por su carácter pluridisciplinar. (3) Dotar al alumno de la destreza para poder profundizar en los diversos temas comprendidos en la asignatura. (4) Dotar al alumno de la capacidad de comprender los trabajos de investigación sobre la Física del Universo Primitivo y emitir un juicio crítico sobre su relevancia.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>Primeros principios. Modelos de Friedmann. Historia térmica del modelo del Big Bang. Nucleosíntesis primordial y estelar. El Universo primitivo. Transiciones de fase e inflación. Perturbaciones cosmológicas y formación de estructuras. Materia oscura. Energía oscura. Fondo cósmico de microondas. Supernovas.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>(1) Clases de teoría y problemas.  (2) Problemas y casos prácticos entregables.  (3) Trabajo final. El tema es propuesto por el alumno o elegido entre varios ofertados. Se admiten trabajos con diversos perfiles: divulgación, revisión o investigación.  Este curso se puede cursar a distancia, para ello contactar con el profesor. La opción de curso a distancia requiere presentar problemas y casos prácticos adicionales.</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>La evaluación se hará valorando los problemas y casos prácticos entregables, y el trabajo final.</p>				
<b>Bibliografía</b>				
<p>P. Coles, F. Lucchin, <i>Cosmology: The Origin and Evolution of Cosmic Structure</i>. John Wiley &amp; Sons, New York, 2003.  S. Weinberg, <i>Gravitation and Cosmology</i>. John Wiley &amp; Sons, New York, 1972.  A. Linde, <i>Particle Physics and Inflationary Cosmology</i>. Harwood Academic Publishers, London, 1990.  K.S. Krane, <i>Introductory Nuclear Physics</i>. John Wiley &amp; Sons, New York, 1988.</p>				
<b>Observaciones</b>				
<p>Los destinatarios son los alumnos interesados en la Física del Universo Primitivo, pudiendo orientar cada alumno parte de los trabajos prácticos a los temas en los que tenga mayor interés.  Más información en: <a href="http://bose.fis.ucm.es/francao/fup">http://bose.fis.ucm.es/francao/fup</a></p>				

<b>Código:</b>	<b>600517</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Sistemas fuera del Equilibrio</b>
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo de Física Estadística		6	Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
30		15	105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
El objetivo del curso es la identificación, caracterización y comprensión de los mecanismos por los cuales los sistemas físicos alcanzan una situación de equilibrio. El estudio se realizará tomando como punto de partida una descripción microscópica de los mismos (ecuación de Liouville o Boltzmann), a partir de la cual se derivarán ecuaciones macroscópicas (como las ecuaciones de la dinámica de fluidos). Se presta especial atención a las simetrías y leyes de conservación del Hamiltoniano y cual es su efecto sobre el número y forma de las ecuaciones macroscópicas.			
<b>Contenido</b>			
Ecuaciones de transporte, ecuaciones cinéticas. Hidrodinámica y modos normales. Coeficientes de transporte. Funciones de correlación temporal. Teoremas de fluctuación-disipación. Procesos de difusión, teorías de Einstein y Langevin. Ecuación de Fokker-Planck.			
<b>Metodología docente</b>			
Clases magistrales (65%), prácticas con ordenador (15%), elaboración y presentación de trabajos – si el número de alumnos lo permite (20%)			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
Examen práctico (70%). Presentación de trabajo (30%).			
<b>Bibliografía</b>			
R. Balescu, <i>Equilibrium and Non-equilibrium Statistical Mechanics</i> , John Wiley and Sons, 1975. J. Keizer, <i>Statistical Thermodynamics of Nonequilibrium Processes</i> , Springer Verlag, 1987. P. Resibois y M. de Leener, <i>Classical Kinetic Theory of Fluids</i> , John Wiley and Sons, 1977.			
<b>Observaciones</b>			

<b>Código:</b>	<b>600518</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Transiciones de fase</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Física Estadística		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Introducir al alumno en el estudio de las fases de la materia y sus transiciones de fase. Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de tener una visión global de la complejidad de los sistemas con interacción y cómo abordar su estudio. Esta asignatura proporciona conocimientos básicos en física de la materia condensada. Destrezas y competencias que se adquieren: teorías analíticas simples, resolución de problemas numéricos y simulaciones Monte Carlo. Conocimientos teóricos en física estadística y fenómenos críticos.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>1. Fases de la materia. 2. Sistemas clásicos con interacción. 3. Modelo de Ising. 4. Estructura de los cristales. 5. Estructura de los fluidos. 6. Mezclas y dispersiones coloidales. 7. Cristales líquidos. 8. Polímeros. 9. Transiciones de fase. 10. Fenómenos críticos.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>Clases magistrales (los alumnos disponen de los apuntes de la asignatura), resolución de problemas simples.</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>Realización y presentación por el alumno de un trabajo de investigación simple que expone durante el curso.</p>				
<b>Bibliografía</b>				
<p>C. Fernández Tejero y M. Baus, <i>Física estadística del equilibrio. Fases de la materia</i>. Aula Documental de Investigación (2000)</p>				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600519</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física Avanzada del Estado Sólido</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Física de la Materia Condensada		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
El alumno, después de un curso básico de Física de Estado Sólido, conocerá y aprenderá nuevos temas y extensiones de la Física de la Materia Condensada desde un punto de vista amplio. Principalmente, cálculo y métodos de medida de bandas de energía, efectos cooperativos, excitaciones elementales (plasmones, polaritones, excitones, magnones, polarones, fonones) y efectos de confinamiento y proximidad.				
<b>Contenido</b>				
Bandas de Energía. Excitaciones Elementales. Superconductividad. Magnetismo. Sólidos Nocrystalinos. Defectos.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases de teoría y de resolución de problemas (3 ECTS). Se propondrá al alumno la resolución y entrega de problemas (3 ECTS).				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Controles periódicos y entrega de ejercicios a lo largo del curso				
<b>Bibliografía</b>				
C. Kittel: <i>Quantum Theory of Solids</i> , Ed. Wiley J. M. Ziman: <i>Principles of the Theory of Solids</i> , Ed. Cambridge J. R. Hook and H. E. Hall: <i>Solid State Physics</i> , Ed. Wiley				
<b>Observaciones</b>				
Esta asignatura se imparte actualmente en la licenciatura en Física				

<b>Código:</b>	<b>600520</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Magnetismo de la materia</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Física de la Materia Condensada		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>Se pretende que los alumnos aprendan primero la base física del magnetismo para luego poder entender el comportamiento de los materiales magnéticos. Se estudiará la interacción de canje así como las diferentes energías que entran en juego a la hora de caracterizar un material magnético.</p> <p>Se estudiarán los procesos de imanación, lo que servirá a los estudiantes para distinguir los materiales magnéticos blandos y duros, así como sus aplicaciones. También se estudiarán los diferentes tipos de tratamientos a fin mejorar las prestaciones de estos materiales. Por último se hará una revisión de los nuevos materiales magnéticos: películas delgadas y nanomateriales.</p> <p>Todas estas actividades tienen una parte teórica y otra práctica en el laboratorio.</p>				
<b>Contenido</b>				
Origen del magnetismo. Resonancias magnéticas. Dia y paramagnetismo. Tipos de orden magnético espontáneo. Teorías de canje. Ondas de espín. Difracción de neutrones.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases de teoría y de resolución de problemas. Se propondrá al alumno la resolución y entrega de problemas (0.5 ECTS). Clases de laboratorio donde se caracterizarán materiales magnéticos y se aprenderán los tratamientos térmicos y/o mecánicos.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
70%: examen de teoría y problemas. 30%: trabajo de laboratorio				
<b>Bibliografía</b>				
D. Jiles, <i>Magnetism and Magnetic Materials</i> . Chapman and Hall A. Hernando, J.M. Rojo, <i>Física de los Materiales Magnéticos</i> . Síntesis				
<b>Observaciones</b>				

Código:	600521	Nombre:	Equilibrio y Cinética de Sólidos	
Especialidad/modulo		Créditos ECTS	Tipo	
Módulo de Física de la Materia Condensada		6	Optativa	
Horas teoría		Horas prácticas	Horas trabajo personal	
30		15	105	
Objetivos específicos de aprendizaje				
<p>Introducir al alumno en el estudio de los procesos que conducen al equilibrio de los sistemas sólidos.</p> <p>Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de analizar la cinética de las diferentes transformaciones de fase que pueden ocurrir en un sólido.</p> <p>Esta asignatura proporciona conocimientos básicos sobre las propiedades básicas de los materiales en función de sus aplicaciones.</p> <p>Gracias a la metodología empleada los alumnos adquieren destrezas de comunicación, elaboración y selección de información.</p>				
Contenido				
<p>Materiales cristalinos: estructura y simetrías. Transformaciones de fase.</p> <p>Difusión en sólidos. Reactividad de materiales. Reacciones en superficies.</p>				
Metodología docente				
Clases magistrales, entrega de problemas, prácticas de laboratorio, prácticas con ordenador, desarrollo de modelos, elaboración y presentación de trabajos.				
Criterios y métodos de evaluación				
Examen de teoría y/o práctico. Entrega de ejercicios. Presentación de trabajo, Realización de trabajos de grupo. Resultado de pruebas de evaluación formativa.				
Bibliografía				
<p>W.D. Callister, Jr.: <i>Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales</i>, Reverté 1997</p> <p>D.A. Porter and K.E. Easterling: <i>Phase transformations in metals and alloys</i>, Van Nostrand Reinhold 1986</p> <p>C.N.R. Rao and K.J. Rao: <i>Phase transitions in solids</i>, McGraw-Hill 1978</p> <p>M.F. Ashby and D.R.H. Jones: <i>Engineering materials 2</i>, Pergamon 1994</p> <p>H. Lüth: <i>Surfaces and interfaces of solid materials</i>, Springer 1995</p> <p>A.W. Adamson: <i>Physical Chemistry of surfaces</i>, Wiley 1990</p> <p>G.A. Somorjai: <i>Introduction to surface chemistry and catalysis</i>, Wiley 1994</p> <p>G.A. Somorjai: <i>Fundamentos de química de superficies</i>, Alhambra 1975</p>				
Observaciones				
<p>Página web: <a href="http://material.fis.ucm.es/paloma/index.htm">http://material.fis.ucm.es/paloma/index.htm</a></p> <p>Asignatura virtualizada a través de WebCT</p>				

<b>Código:</b>	<b>600522</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física de condensados atómicos</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Física de la Materia Condensada		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de entender los conceptos básicos de la física de condensados atómicos, dentro de la aproximación de campo medio y en las primeras correcciones a éste. También se habrá familiarizado con las modernas técnicas experimentales de gases cuánticos y con la teoría y fenomenología del helio-4 superfluido. Tendrá asimismo un conocimiento básico de las teorías microscópicas de la superconductividad electrónica y la superfluidez del helio-3.				
<b>Contenido</b>				
Historia. Condensación de bosones independientes. Bosones con interacciones: cuasipartículas de Bogoliubov. Ecuación de Gross-Pitaevskii. Interferencia cuántica macroscópica: efecto Josephson. Atrapamientos magnético y óptico. Enfriamiento láser. Superfluidez del 4He. Apareamiento de fermiones: Introducción a las teorías microscópicas de la superconductividad electrónica y la superfluidez del 3He				
<b>Metodología docente</b>				
Clases de teoría con fuerte contenido práctico. Se propondrán problemas avanzados para realizar en varias semanas.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Habrá un examen sobre cuestiones teóricas básicas incluyendo quizás algún ejercicio breve (5/10). La nota de problemas vendrá dada por la calidad y la cantidad de las soluciones entregadas por el alumno (3/10). Se pedirá un resumen de la asignatura de unas dos mil palabras con pocas o ninguna fórmula (2/10).				
<b>Bibliografía</b>				
C. J. Pethick y H. Smith, <i>Bose-Einstein Condensation in Dilute Gases</i> (Cambridge University Press, Cambridge, 2002). L. P. Pitaevskii y S. Stringari, <i>Bose-Einstein Condensation</i> (Oxford University Press, Oxford, 2003). A. L. Fetter and J. D. Walecka, <i>Quantum Theory of Many-Particle Systems</i> (McGraw-Hill, New York, 1971). A. J. Leggett, <i>Quantum Liquids: Bose Condensation and Cooper Pairing in Condensed-Matter Systems</i> (Oxford Univ. Press, Oxford, 2006)				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600523</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Propiedades ópticas y electrónicas de semiconductores</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Física de la Materia Condensada		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Después de cursar la asignatura el alumno tendrá conocimiento de las propiedades ópticas y electrónicas de los semiconductores, claves para la utilización de los mismos en los dispositivos optoelectrónicos. Asimismo, se aprenderán las técnicas de caracterización de dichas propiedades.				
<b>Contenido</b>				
Semiconductores elementales y compuestos. Estructura electrónica de bandas. Propiedades de transporte. Procesos de absorción y emisión de luz. Propiedades ópticas y electrónicas de los semiconductores en sistemas de baja dimensionalidad.				
<b>Metodología docente</b>				
Clases de teoría y de resolución de problemas. Se pueden proponer relaciones de problemas para que el alumno profundice por su cuenta (1 ECTS). Se propondrán seminarios relacionados directamente con la asignatura. Realización de trabajos en grupo.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
75%: examen de cuestiones teóricas. 25%: entrega y presentación de trabajos.				
<b>Bibliografía</b>				
P. Yu, M. Cardona, <i>Fundamentals of Semiconductors</i> , Springer 1996 K. Seeger, <i>Semiconductor Physics</i> , Springer, 1989 P. Bhattacharya, <i>Semiconductor Optoelectronic Devices</i> , Prentice Hall, 1997				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600524</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Física del Láser</b>	
<b>Especialidad / módulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Óptica I		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
<p>En esta asignatura se pretende introducir al alumno al conocimiento de la física que esta en la base del Efecto Láser y de los dispositivos que lo utilizan. Después de cursar esta asignatura el alumno será capaz de comprender la mayoría de la literatura científica concerniente al Efecto Láser y a sus aplicaciones científicas y tecnológicas. La asignatura proporciona conocimientos básicos en la teoría de la interacción de la radiación electromagnética con la materia, amplificación de la radiación, haces láser y resonadores ópticos. El alumno aprenderá los fundamentos teóricos y aplicaciones de los dispositivos Láser más comunes así como su empleo en la investigación y en algunos procesos industriales.</p>				
<b>Contenido</b>				
<p>Teoría de la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Soluciones de la ecuación paraxial y resonadores ópticos. Amplificación de la radiación en un paso y en resonadores Fabry-Perot. Sistemas de bombeo óptico, por colisiones en descargas y de inyección. Procesos dinámicos simples. Algunas aplicaciones en la investigación y en procesos industriales.</p>				
<b>Metodología docente</b>				
<p>Los créditos de teoría corresponden a clases magistrales y demostraciones de cátedra. En los créditos prácticos se incluyen clases dedicadas a la resolución de problemas prácticos previamente propuestos entregados por los alumnos (1.4 ECTS) para ser corregidos, y a prácticas de laboratorio (0.6 ECTS).</p>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
<p>Se efectuará un examen de teoría y problemas al final del periodo lectivo. En la calificación se tendrán en cuenta los problemas entregados durante el curso y la nota obtenida en las prácticas de laboratorio. La proporción en que intervienen estas calificaciones respecto a la nota final es variable, pues lógicamente debe producirse una saturación hacia la máxima calificación posible.</p>				
<b>Bibliografía</b>				
<p>J.M. Guerra: <i>Física del Láser</i>, Ed. Alqua (libro libre) 2005 (se puede bajar gratuitamente de: <a href="http://www.ucm.es/info/laserlab/docencia.html">http://www.ucm.es/info/laserlab/docencia.html</a>)  Mark Fox: <i>Quantum Optics. An Introduction</i>. Oxford University Press. 2006</p>				
<b>Observaciones</b>				
<p>Conviene haber estudiado un curso de Física Cuántica y tener conocimientos de Física Estadística</p>				

Código:	600525	Nombre:	<b>Óptica Estadística</b>	
Especialidad/modulo		Créditos ECTS	Tipo	
Módulo de Óptica I		6	Optativa	
Horas teoría		Horas prácticas	Horas trabajo personal	
30		15	105	
Objetivos específicos de aprendizaje				
La profundización en la teoría escalar clásica de la difracción, teoría clásica de la coherencia parcial de segundo orden, revisión de interferómetros básicos y aplicaciones. Iniciación al estudio de los fenómenos no clásicos: correlación de fotones.				
Contenido				
Teoremas de Green. Ecuaciones integrales para la propagación y difracción de la luz. Aproximaciones. Coherencia temporal. Revisión del interferómetro de Michelson. Coherencia espacial. Revisión del interferómetro de Young. Función de coherencia mutua de segundo orden. Propiedades estadísticas de la función de coherencia mutua de segundo orden. Propagación de la función de coherencia mutua de segundo orden. Teorema de Van Cittert-Zernike. Espectroscopia por Transformación de Fourier. Fundamentos de la Holografía. Correlación de fotones: Parámetro de degeneración. Condiciones de observación. Interferómetro de intensidad. Límite de la descripción clásica de la correlación óptica.				
Metodología docente				
Clases magistrales, entrega de problemas, prácticas de laboratorio, prácticas con ordenador, elaboración y presentación de trabajos.				
Criterios y métodos de evaluación				
Examen de teoría y/o práctico (70%). Entrega de ejercicios (10%). Presentación de trabajo 20% de la nota final.				
Bibliografía				
Calvo, M.L. (Coord.), <i>Óptica Avanzada</i> , Editorial Ariel, Ariel Ciencia, Barcelona, 2002. Calvo, M.L., Alieva, T, Rodrigo J.A. et al., <i>Laboratorio virtual de óptica. Guía práctica</i> . Delta Publicaciones, Madrid, 2005. [contiene CD interactivo]. Mandel, L., Wolf, E., <i>Optical Coherence and Quantum Optics</i> , Cambridge University Press, New York, 1995. Goodman, J.W., <i>Introduction to Fourier Optics</i> , Editorial McGraw Hill, Third Edition, 2006.				
Observaciones				
La base de esta asignatura es la asignatura “Óptica Estadística” de segundo ciclo de Licenciatura de C.C. Físicas, especialidad de Física Fundamental, impartida en 1996-2006.				

<b>Código:</b>	<b>600526</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Procesos Moleculares</b>	
<b>Nombre asignatura:</b>				
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
Módulo de Óptica I		6	Optativa	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
30		15	105	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Después de cursar la asignatura el alumno deberá: i) Conocer bien los tipos de espectros moleculares, incluyendo procesos Raman y resonancia de espín electrónico y nuclear, y sus alteraciones según propiedades de las moléculas. ii) Manejar estados moleculares y familiarizarse con estados no rígidos. iii) Comprender el concepto de forma (incluida la quiralidad) como límite clásico y asociado al tamaño iv) Valorar la importancia de la interacción entre moléculas, y de la posible transferencia de energía. v) Comprender el interés de todo lo anterior para memorias moleculares, procesos biológicos, óptica no lineal, láseres, atmósfera, medio interestelar, etc.				
<b>Contenido</b>				
Aproximaciones básicas. Emisión y absorción de radiación por las moléculas en infrarrojo y microondas. Efectos de la simetría, de espín de los núcleos, de cambios conformacionales, del tamaño, de la temperatura. Procesos Raman . El límite clásico. Absorción y emisión entre estados electrónicos. Influencia de la simetría y de la competición con procesos no radiativos. Transferencia de excitación electrónica. Espectros de resonancia magnética nuclear y sus aplicaciones.				
<b>Metodología docente</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Previamente a la exposición del tema por parte del profesor, lo alumnos dispondrán de material didáctico (bibliografía, apuntes, esquemas, guión) sobre el tema. El profesor expondrá los conceptos básicos del tema con ayuda de la pizarra, transparencias o (y) métodos informáticos.</li> <li>- Se propondrán al alumno una serie de ejercicios para su resolución y entrega (8 horas de trabajo personal del alumno para realizar ejercicios prácticos). Resolución y discusión posterior en el aula. Los alumnos realizarán unas prácticas de laboratorio y podrán visitar laboratorios de investigación (8 horas de trabajo personal del alumno).</li> <li>- Se propondrán temas relacionados con la investigación actual, recomendando bibliografía específica para que el alumno desarrolle un tema (10 horas de trabajo personal del alumno). Breve exposición por parte de un alumno de algún tema y discusión posterior.</li> </ul>				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
La entrega de ejercicios o (y) exposición de un tema, y la realización de 2 prácticas de laboratorio sumará al menos 1 punto a la nota de un examen escrito. Los aprobados y notables resultantes podrán realizar un breve trabajo para pasar de aprobado a notable y de notable a sobresaliente.				
<b>Bibliografía</b>				
Atkins y Friedman, <i>Molecular Quantum Mechanics</i> . Oxford Univ. Tercera edición 1997 Levine, <i>Espectroscopía Molecular</i> . Editorial AC, Madrid 1980 Haken and Wolf, <i>Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry</i> . Springer, 1994 Landau y Lifshitz, <i>Mecánica cuántica no relativista</i> . Reverté, Barcelona 1967 Tinkham, <i>Group Theory and Quantum Mechanics</i> . McGraw-Hill, London 1955				
<b>Observaciones</b>				

<b>Código:</b>	<b>600527</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Dinámica en Sistemas Láser</b>
<b>Especialidad / módulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo de Óptica II		6	Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
30		15	105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
Se pretende en primer lugar introducir al alumno a los diversos formalismos para tratar la evolución en sistemas abiertos: Ecuación maestra, ecuación de Fokker-Planck o formalismo de Langevin, y en segundo lugar a su utilización en el estudio de los fenómenos dinámicos que se observan en los sistemas Láser. Estos fenómenos dinámicos tienen una importancia capital en la viabilidad de las aplicaciones de los sistemas Láser. Se pretende que el alumno que haya cursado la asignatura pueda valorar y a ser posible controlar, la posible aparición de estos fenómenos dinámicos cuando un Láser deba ser utilizado en alguna aplicación.			
<b>Contenido</b>			
Procesos estocásticos, ecuación maestra, aproximación de segundo orden. La ecuación de Fokker –Planck. Ecuación de Langevin. Cálculo de Itoh y Stratonovitch. Interacción electrón-fotón. Ecuaciones de Langevin en el Láser de dos niveles. Dinámica del ruido cuántico en el Láser. Reducción a las ecuaciones semiclásicas. Frecuencia de Rabi. Inestabilidad axial e inestabilidades transversas. Caos espacio-temporal. Aproximación adiabática: ecuaciones de balance. Oscilaciones de relajación, pulso gigante y batido o bloqueo de modos. Pico y fento pulsos. Luz lenta y propagación superlumínica			
<b>Metodología docente</b>			
La docencia se impartirá en clases magistrales. Durante las clases se propondrán a los alumnos ejercicios que serán calificados. También se podrán realizar experiencias y demostraciones en el laboratorio para complementar la formación experimental. De los 6 ECTS de la asignatura 0.6 corresponden a los ejercicios propuestos y 4.2 al trabajo personal y las otras actividades.			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
Se corregirán los ejercicios propuestos en clase y se tendrán en cuenta para establecer la calificación final junto a la nota del examen. Su contribución a la nota final es en un porcentaje variable ya que debe de haber una saturación hacia la máxima nota.			
<b>Bibliografía</b>			
H.Haken: <i>Enciclopedia of physics, Vol.XXV/2c, Light and Matter 1c</i> , Springer-Verlag (1970) J.M.Guerra: <i>Física del Laser</i> , Ed.Alqua (libro libre) (2005), (se puede bajar gratuitamente de: <a href="http://www.ucm.es/info/laserlab/docencia.html">http://www.ucm.es/info/laserlab/docencia.html</a> ) Mark Fox: <i>Quantum Optics. An Introduction</i> . Oxford University Press. (2006) C.W. Gardiner and P. Zoller: <i>Quantum noise</i> , Springer-Verlag (2001) N. Van Kampen: <i>Stochastic Proceses in Physics and Chemistry</i> . North Holland, (2003) S.Barnet: <i>Methods in Quantum Optics</i> , Oxford University Press, (2005)			
<b>Observaciones</b>			
Esta asignatura es de un nivel teórico alto			

<b>Código:</b>	<b>600528</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Haces láser</b>	
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>		<b>Tipo</b>
Módulo de Óptica II		6		Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>		<b>Horas trabajo personal</b>
30		15		105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Tras cursar la asignatura, el alumno podrá caracterizar analítica y experimentalmente la estructura espacial de los haces generados por emisores láser, de acuerdo con estándares ISO internacionales.				
<b>Contenido</b>				
Resonadores láser. Modos transversales de un resonador. Propagación de haces láser. Caracterización espacial de haces. Aspectos relativos a la polarización. Momento angular. Parametrización de haces láser. Conformado de haces láser. Determinación experimental de los parámetros. Estándares de caracterización. Seguridad láser.				
<b>Metodología docente</b>				
Se impartirán clases de teoría y se considerarán casos prácticos y ejercicios. La asignatura incluye la realización de dos sesiones de laboratorio sobre caracterización de haces láser. Para el seguimiento de la asignatura se darán facilidades a los alumnos con obligaciones laborales.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Se valorarán los trabajos y ejercicios presentados.				
<b>Bibliografía</b>				
A. E. Siegman, <i>Lasers</i> . University Science Books, Mill Valley (1986). H. Weber (editor), <i>Laser beam quality</i> . Optical and Quantum Electronics, <b>24</b> (1992). Número monográfico. P.M. Mejías, H. Weber, R. Martínez-Herrero y A. González-Ureña (editores), <i>Laser Beam Characterization</i> , SEDO, Madrid (1993). P.M. Mejías, R. Martínez-Herrero, G. Piquero y J. M. Movilla, <i>Parametric characterization of the spatial structure of non-uniformly polarized laser beams</i> . Progress in Quantum Electronics, <b>26</b> , 65–130 (2002).				
<b>Observaciones</b>				
Página web: <a href="http://teorica.fis.ucm.es/master_fundamental/haces_laser/Haces_laser_v3.htm">http://teorica.fis.ucm.es/master_fundamental/haces_laser/Haces_laser_v3.htm</a>				

Código:	600529	Nombre:	<b>Óptica Cuántica</b>	
Especialidad/modulo	Módulo de Óptica II		Créditos ECTS	6
Horas teoría		Horas prácticas	Horas trabajo personal	
30		15	105	
Objetivos específicos de aprendizaje				
Al terminar el curso el alumno deberá: i) Conocer los conceptos básicos relativos al campo cuantificado de la radiación electromagnética. ii) Entender las diferencias entre el campo electromagnético clásico y cuántico a través de fenómenos de correlación cuántica espacial y temporal y de experimentos básicos que para ser explicados requieren la cuantificación de la luz. iii) Estar familiarizado con la interacción de la radiación con la materia, la propagación en medios no lineales, la generación, detección y aplicaciones de estados no clásicos de luz, y conceptos fundamentales de información cuántica y su implementación experimental.				
Contenido				
Cuantificación del campo electromagnético. Coherencia y correlaciones. Estados no clásicos de luz. Generación detección y aplicaciones de luz no clásica. Métodos aproximados. Interacción radiación-materia: Modelo de Jaynes-Cummings y emisión espontánea. Efectos cuánticos en óptica no lineal. Efectos ópticos de la coherencia cuántica atómica. Elementos de información cuántica y verificación experimental.				
Metodología docente				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El profesor expone en el aula los conceptos básicos para la comprensión de cada tema con la ayuda de diversos métodos audiovisuales como transparencias, animaciones, etc.</li> <li>- Se recomienda a los alumnos la lectura de artículos recientes en cada tema para su posterior discusión en común en el aula (10 horas de trabajo personal del alumno para lectura de artículos).</li> <li>- Se proponen una serie de ejercicios prácticos cuya resolución se discute en común en el aula (10 horas de trabajo personal del alumno para realizar los ejercicios).</li> </ul>				
Criterios y métodos de evaluación				
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Resolución por escrito de una serie de ejercicios propuestos durante el curso y exposición en el aula de resultados recientes de algún artículo sobre la materia: 20%</li> <li>-Examen escrito: 80%</li> </ul>				
Bibliografía				
M. Fox: <i>Quantum Optics. An Introduction</i> Oxford University Press, 2006 R. Loudon: <i>The Quantum Theory of Light</i> third edition Oxford University Press, 2000 W.H. Louisell: <i>Quantum Statistical Properties of Radiation</i> John Wiley and Sons, 1973 P.W. Milonni: <i>The Quantum Vacuum</i> Academic Press, 1994 H. Paul: <i>Introduction to Quantum Optics</i> Cambridge University Press, 2004 M.O. Scully y M.S. Zubairy: <i>Quantum Optics</i> Cambridge University Press, 1997 D.F. Walls y G.J. Milburn: <i>Quantum Optics</i> Springer Verlag, 1995				
Observaciones				
La asignatura dispone de Campus Virtual y también hay información relacionada con la asignatura en la dirección de Internet : <a href="http://www.ucm.es/info/gioq/docencia/opticacuantica/opticacuantica.htm">http://www.ucm.es/info/gioq/docencia/opticacuantica/opticacuantica.htm</a>				

<b>Código:</b>	<b>600530</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Óptica no lineal</b>
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>
Módulo de Óptica II		6	Optativa
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>
30		15	105
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>			
Esta asignatura proporciona conocimientos de óptica no lineal y sus aplicaciones actuales. El alumno adquirirá conocimientos teóricos y prácticos.			
<b>Contenido</b>			
Programa:			
1. Introducción:			
Polarización no lineal			
Ecuaciones de propagación			
Pulsos láser cortos y ultracortos			
2. Efectos cuadráticos:			
Generación de segundo armónico			
Suma y diferencia de frecuencias			
Procesos paramétricos			
Aplicaciones			
3. Efectos cúbicos:			
Triplicación de frecuencias			
Efecto Kerr			
Automodulación de fase y generación de supercontinuo			
Biestabilidad óptica			
Solitones ópticos			
Conjugación de fase			
Scattering Raman estimulado			
Aplicaciones			
4. Procesos multifotónicos			
<b>Metodología docente</b>			
Clases de teoría y resolución de problemas. El alumno realizará prácticas de laboratorio.			
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>			
Durante el curso los alumnos resolverán ejercicios para entregar al profesor y realizarán prácticas en laboratorio. Estas actividades supondrán el 10% y 10% de la nota respectivamente. Además se realizará un examen escrito en el que podrán disponer de los apuntes tomados en clase que supondrá el 80% de la nota.			
<b>Bibliografía</b>			
R.W. Boyd, <i>Nonlinear Optics</i> , Academic Press, New York, 1992			
Y.R. Shen, <i>The Principles of Nonlinear Optics</i> , Wiley, New York, 1984			
G.P. Agrawal, <i>Nonlinear Fiber Optics</i> , Academic Press, S. Diego, 1989			
<b>Observaciones</b>			

<b>Código:</b>	<b>600531</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Trabajo de Investigación</b>	
<b>Nombre asignatura:</b>				
<b>Especialidad/modulo</b>		<b>Créditos ECTS</b>	<b>Tipo</b>	
		30	Obligatoria	
<b>Horas teoría</b>		<b>Horas prácticas</b>	<b>Horas trabajo personal</b>	
150		0	300	
<b>Objetivos específicos de aprendizaje</b>				
Introducir al alumno en las técnicas de investigación científica, revisión bibliográfica, planteamiento y solución de problemas teóricos, experimentación avanzada, etc				
<b>Contenido</b>				
Los temas de investigación sobre los que versarán estos trabajos se corresponden con las líneas de investigación de los profesores del Máster.				
<b>Metodología docente</b>				
Introducción del alumno en el tema de investigación elegido, seguimiento del trabajo del alumno y dirección científica del trabajo.				
<b>Criterios y métodos de evaluación</b>				
Resultados obtenidos: originalidad, importancia de los resultados, publicaciones.				
<b>Observaciones</b>				
La lista de trabajos de investigación ofertados aparece en otra sección de esta Guía				