Guia Docente
Licenciatura en Física
(plan 2003)
UCM

Curso 2003-04

INDICE

1 RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS **Pag.**

1.1 **Estructura General del Plan de Estudios**
1.1.1 Distribución de créditos 6

1.2 **Plan de Estudios**
1.2.1 Primer Ciclo 7
1.2.2 Segundo Ciclo 8

1.3 **Breve descripción del contenido de las Asignaturas**
1.3.1 Primer Curso 14
1.3.2 Segundo Curso 15
1.3.3 Tercer Curso 16
1.3.4 Optativas de Primer Ciclo 17
1.3.5 Cuarto Curso 19
1.3.6 Quinto Curso 20
1.3.7 Optativas de Segundo Ciclo 21

2 HORARIOS DE CLASE Y PROFESORADO

2.1 Primer Ciclo
2.1.1 Primer Curso 29
2.1.2 Segundo Curso 34
2.1.3 Tercer Curso 38
2.1.4 Optativas 42

2.2 Segundo Ciclo
2.2.1 Cuarto Curso 44
2.2.2 Cuarto Curso, Optativas 46
2.2.3 Quinto Curso 48
2.2.4 Quinto Curso, Optativas 49

3 CUADROS HORARIOS POR ESPECIALIDADES INTRACURRICULARES

3.1 Astrofísica 54
3.2 Física de la Atmósfera 56
3.3 Física Fundamental 58
3.4 Geofísica 60
3.5 Física de los Materiales 62
3.6 Dispositvos Físicos y Control 64

4. CALENDARIO DE EXÁMENES **68**

5. PROGRAMAS..... 76

6. NORMAS DE MATRÍCULA 204

RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS
(Plan 2003)

CURSO 2003/2004

1.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

El Título de Licenciado en Física, plan 2003, comienza este curso académico 2003-04 y es una adaptación del plan 1995. Es importante notar que en el plan 03 **se han de cursar cuatro asignaturas optativas y un crédito de libre elección menos que el plan 95.** Es **muy recomendable que los alumnos adapten sus estudios del plan 95 al nuevo plan 03**. En la sección 1.2.3 se pueden encontrar más detalles sobre este proceso de adaptación.

1.1.1 Distribución de los créditos

El título de Licenciado en Física (plan 03) consta de enseñanzas de primer y segundo ciclo con una carga lectiva global de 304,5 créditos. El primer ciclo está estructurado en tres años académicos y el segundo ciclo en dos. La distribución de los créditos entre los cinco cursos académicos es la siguiente:

CICLO	CURSO	MATERIAS TRONCALES	MATERIAS OBLIGATORIAS	MATERIAS OPTATIVAS	CRÉDITOS LIBRE ELECCIÓN (5)	TRABAJO FIN DE CARRERA	TOTALES
I CICLO	1º	22,5	40,5	---	----	----	63
	2º	43,5	---	4,5	12	----	60
	3º	39	---	9	12	----	60
II CICLO	4º	30	6	22,5	3	----	61,5
	5º	18		36	6	----	60
TOTAL		153	46.5	72	33		304.5

Podrán acceder al segundo ciclo de la Licenciatura:

a) Los que cursen primer ciclo de estos estudios

b) Los que estén en posesión de las titulaciones y los estudios previos de primer ciclo y los complementos de formación necesarios que se establezcan de acuerdo con el desarrollo de la directriz 4ª. del R.D. regulador del título.

1.2 PLAN DE ESTUDIOS: Licenciado en Física

CODIGO DE ESTUDIOS: 332
PLAN: 03

1.2.1 PRIMER CICLO

PRIMER CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Códig	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
300	Cálculo I	Tr	1er	**7'5**
302	Álgebra Lineal	Tr	1er	**7'5**
303	Fundamentos de Física: Dinámica y Calor	Ob	1er	**7,5**
305	Química	Ob	1er	**7,5**
301	Cálculo II	Tr	2º	**7,5**
304	Fundamentos de Física: Campos y Ondas	Ob	2º	**7,5**
306	Laboratorio de Física	Ob	anual	**6**
307	Estadística	Ob	2º	**6**
308	Introducción al Cálculo Numérico y Programación	Ob	2º	**6**

SEGUNDO CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Códig	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
309	Ecuaciones Diferenciales I	Tr	1er	**6**
312	Mecánica y Ondas I	Tr	1er	**6**
314	Termodinámica I	Tr	1er	**6**
315	Técnicas Experimentales en Física I	Tr	1er	**4,5**
310	Ecuaciones Diferenciales II	Tr	2º	**6**
311	Electromagnetismo I	Tr	2º	**6**
313	Óptica I	Tr	2º	**4,5**
316	Técnicas Experimentales en Física II	Tr	2º	**4,5**

TERCER CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Códig	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
317	Electromagnetismo II	Tr	1er	**4,5**
318	Mecánica y Ondas II	Tr	1er	**4,5**
321	Técnicas Experimentales en Física III	Tr	1er	**4,5**
323	Física Cuántica I	Tr	1er	**6**
319	Óptica II	Tr	2º	**6**
320	Termodinámica II	Tr	2º	**4,5**
322	Técnicas Experimentales en Física IV	Tr	2º	**4,5**
324	Física Cuántica II	Tr	2º	**4,5**

Nota: El alumno deberá cursar 13,5 créditos de Asignaturas Optativas y 24 créditos de Libre Elección entre los cursos 2º y 3º.

En primero se puede cursar la asignatura genérica **CO6. Elementos de Física y Matemáticas** de 4,5 créditos de Libre Elección, que se imparte del 8 al 26 de septiembre. Esta asignatura introductoria es **recomendable para los alumnos de nuevo ingreso** y pretende reducir el fracaso escolar en primer curso.

Asignaturas Optativas de Primer Ciclo

Códig	Asignatura	Cuatrimestre	Créditos
325	Biofísica	1er	**4,5**
330	Física de los Materiales	1er	**4,5**
332	Métodos Numéricos y Análisis de Señales	1er	**4,5**
333	Variable Compleja	1er	**4,5**
335	Elementos de Geología	1er	**4,5**
336	Elementos de Biología	1er	**4 5**
337	Fundamentos de Computadores	1er	**4,5**
338	Fundamentos de Programación	1er	**4,5**
326	Física de la Atmósfera	2º	**4,5**
327	Física de la Tierra	2º	**4,5**
328	Geometría Diferencial Clásica	2º	**4,5**
329	Astrofísica	2º	**4,5**
331	Estructura Espacio-Tiempo	2º	**4,5**
334	Historia y Metodología de la Física	2º	**4,5**
340	Transmisión de Datos	2º	**4,5**
339	Sistemas Lineales	2º	**4,5**

Nota: De la relación de Asignaturas Optativas, el Centro ofertará anualmente las que estén en disposición de impartir.

1.2.2 SEGUNDO CICLO

CUARTO CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Códig	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
342	Mecánica Cuántica	Tr	1er	**6**
343	Mecánica Teórica	Tr	1er	**6**
345	Física del Estado Sólido	Tr	1er	**6**
341	Física Estadística	Tr	2º	**6**
344	Electrodinámica Clásica	Tr	2º	**6**
346	Física Atómica y Molecular	Ob	2º	**6**

QUINTO CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Códig	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
347	Física Nuclear y de Partículas	Tr	1er	**6**
348	Electrónica I	Tr	1er	**6**
349	Electrónica II	Tr	2º	**6**

Nota: El alumno deberá cursar 58,5 créditos de Asignaturas Optativas y 9 créditos de Libre Elección en el segundo ciclo.

Asignaturas Optativas de 2º Ciclo: ORIENTACIONES

Asignaturas matriculables en cualquiera de las orientaciones:

Código	Asignatura	Curso	Cuatrimestre	Créditos
900	Prácticas en empresas / Trabajos académicamente dirigidos ..... (la normativa aparece en el correspondiente apartado de programas)	5º	2º	**6**

Los 6 créditos por equivalencia son de Libre Elección.

Los siguientes grupos de asignaturas optativas de segundo ciclo darán lugar a las siguientes **especialidades intracurriculares**:

1. ASTROFÍSICA

El alumno deberá cursar obligatoriamente el siguiente grupo de asignaturas:

- Fundamentos de Astrofísica	4,5
- Astronomía Observacional	4,5
- Dinámica Galáctica	4,5
- Dinámica de Fluidos	4,5
- Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)	6
- Astrofísica del Medio Interestelar	4,5
- Técnicas Experimentales en Astrofísica	4,5
- Estructura Interna y Evolución Estelar	4,5
- Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	6
- Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	4,5
Total créditos	48

2. FÍSICA DE LA ATMÓSFERA

El alumno deberá cursar obligatoriamente el siguiente grupo de asignaturas:

- Radiación Atmosférica	4,5
- Termodinámica de la Atmósfera	4,5
- Física de Nubes	4,5
- Dinámica Atmosférica	4,5
- Física Atmosférica	4,5
- Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	4,5
- Difusión Atmosférica	4,5
- Ampliación de Dinámica Atmosférica	4,5
- Física del Clima	4,5
- Predicción Numérica	4,5
- Dinámica de Fluidos	4,5
- Oceanografía Física	4,5
Total créditos	54

3. FÍSICA FUNDAMENTAL

El alumno deberá cursar un mínimo de 58,5 créditos entre las siguiente asignaturas:

-	Teoría de Grupos	4,5
-	Mecánica Cuántica Avanzada	4,5
-	Teoría Cuántica de Campos	4,5
-	Sistemas Fuera del Equilibrio	4,5
-	Óptica Estadística	4,5
-	Gravitación y Cosmología	4,5
-	Estructura Nuclear	4,5
-	Procesos Atómicos	4,5
-	Procesos Moleculares	4,5
-	Relatividad General	4,5
-	Fenómenos Colectivos	4,5
-	Geometría Diferencial Avanzada	4,5
-	Análisis Funcional	4,5
-	Dinámica de Fluidos	4,5
-	Fundamentos de Astrofísica	4,5
-	Ampliación de Física del Estado Sólido	6
-	Transiciones de Fase	4,5
-	Física Computacional	4,5
-	Orden y Dimensionalidad en Sólidos	4,5
-	Propiedades Magnéticas de los Materiales	4,5
-	Partículas Elementales	4,5
-	Radiofísica	4,5

4. GEOFÍSICA

El alumno deberá cursar obligatoriamente el siguiente grupo de asignaturas:

-	Oceanografía Física	4,5
-	Ondas Sísmicas	4,5
-	Sismología	4,5
-	Geomagnestismo: Campo Interno	4,5
-	Geomagnestismo: Campo Externo	4,5
-	Gravimetría	4,5
-	Prospección Geofísica Electromagnética	4,5
-	Prospección Geofísica Sísmica y Gravimetría	4,5
-	Geofísica Interna y Tectonofísica	4,5
-	Técnicas Experimentales Geofísicas	4,5
		Total créditos: 45

5. FÍSICA DE MATERIALES

El alumno deberá cursar un mínimo de 58,5 créditos entre las siguientes asignaturas:

-	Ampliación de Física del Estado Sólido	6
-	Física de Semiconductores	6
-	Defectos en Sólidos	4,5
-	Equilibrio y Cinética de Sólidos	6
-	Propiedades Mecánicas de los Materiales	4,5
-	Propiedades Magnéticas de los Materiales	4,5
-	Propiedades Ópticas de los Materiales	4,5
-	Propiedades Eléctricas de los Materiales	4,5
-	Técnicas de Microscopía	4,5
-	Difracción y Espectroscopía en Sólidos	4,5
-	Materiales Semiconductores	4,5
-	Ampliación de Química	4,5
-	Física de Láser	4,5
-	Orden y Dimensionalidad en Sólidos	4,5
-	Materiales Magnéticos	4,5

6. DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL

El alumno deberá cursar un mínimo de 58,5 créditos entre las siguientes asignaturas:

-	Propiedades Mecánicas de los Materiales	4,5
-	Propiedades Eléctricas de los Materiales	4,5
-	Propiedades Ópticas de los Materiales	4,5
-	Técnicas de Microscopía	4,5
-	Física de Láser	4,5
-	Materiales Magnéticos	4,5
-	Control de Sistemas	6
-	Física Computacional	4,5
-	Física de dispositivos	4,5
-	Dispositivos de Instrumentación Óptica	6
-	Ampliación de Sistemas de Control	4,5
-	Circuitos Digitales	6
-	Laboratorio de Sistemas Digitales	4,5
-	Fundamentos de Tecnología Electrónica	4,5
-	Integración de Procesos Tecnológicos	4,5
-	Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos	4,5
-	Robótica	4,5
-	Diseño y Test de Circuitos Integrados	6
-	Laboratorio de Sistemas Integrados	4,5
-	Programación	4,5

Los alumnos que no deseen una especialidad intracurricular específica de las anteriores, pueden escoger entre todas las asignaturas optativas de 2º ciclo ofertadas hasta completar los 58,5 créditos optativos que se exigen en el 2º ciclo de la licenciatura.

1.2.3 Adaptación del Plan 95 al Plan 03

El plan 2003 de la Titulación de Física, que comienza este curso académico 2003-04, es una adaptación del plan 1995 y la diferencia esencial con respecto a este es que **se han de cursar cursar cuatro asignaturas optativas y un crédito de libre elección menos** para alcanzar el titulo de Licenciado en Física. Este hecho implica que los créditos asignados a la titulación pasen de 322 (plan 95) a 304,5 (plan 03). Por otro lado, existen las siguientes modificaciones con respecto al antiguo plan (en la tabla hemos resaltado las modificaciones en **negrita)**:

Plan 1995		Plan 2003	
Asignatura	Créditos	Asignatura	Créditos
200. Cálculo I	**7,0**	300. Cálculo I	**7,5**
201. Cálculo II		301. Cálculo II	
202. Álgebra Lineal		302. Álgebra Lineal	
271. Técnicas Experimentales en Astrofísica	**3,0**	371. Técnicas Experimentales en Astrofísica	**4,5**
275. Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica		375. Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	
290. **Oceanografía**	4,5	390. **Oceanografía Física**	4,5
297. Prospección Geofísica y Electromagnética	**4,0**	397. Prospección Geofísica y Electromagnética	**4,5**
297. Prospección Geofísica Sísmica y Gravimétrica		397. Prospección Geofísica Sísmica y Gravimétrica	
300. **Radiación en la Atmósfera**	4,5	400. **Radiación Atmosférica**	4,5
310. Física de Semiconductores*	**4,5**	410. Física de Semiconductores*	**6**
314. Control de Sistemas*		414. Control de Sistemas*	
311. **Física de Dispositivos Electrónicos***	**6**	411. **Física de Dispositivos***	**4,5**
319. **Laboratorio de Sistemas Digítales y Control***		418. **Laboratorio de Sistemas Digítales***	
313. **Laboratorio de Dispositivos***	**3**	413. **Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos***	**4,5**
315. Instrumentación	9	**No tienen equivalencia**	
320. Dispositivos Magnéticos	6		

Como se observa en la tabla, hay asignaturas que han modificado ligeramente su nombre, en tanto que otras modifican los créditos asignados. Para aquellas marcadas con un asterisco * recomendamos a los alumnos matriculados que consulten a los correspondientes profesores responsables, ya que en esta guía solo recogemos los programación docente del plan 2003.

Por otro lado, las seis Orientaciones existentes en el plan 1995 pasan a denominarse Especialidades Intracurriculares. En las tres anteriores páginas se encuentra descrita la estructura de estas Especialidades. Otro punto que se debe tener en cuenta es que en el plan 2003 no contempla prerrequisito alguno.

La Adaptación es inmediata ya que salvo las excepciones anteriormente mencionadas no ha habido ningun cambio ni en el nombre ni en la carga lectiva de las asignaturas. Por todo esto, y dadas las ventajas del plan 2003, **recomendamos la adaptación al plan 03**.

Respecto a las asignaturas 315. Instrumentación y 320. Dispositivos Magnéticos del plan 1995, que no tienen equivalencia en el plan 2003, sus créditos serán adaptados en bloque como créditos de libre elección y optativos.

1.2.3 Calendario Curso Académico 03-04

El calendario académico, que fue aprobado en Junta Extraordinaria de Facultad de 16 de Junio de 2003 es el siguiente:

Primer Cuatrimestre: 1 de octubre de 2003 al 23 de enero de 2004.
Exámenes Febrero: 26 de enero de 2004 al 14 de febrero de 2004.
Segundo Cuatrimestre: 16 de febrero de 2004 al 28 de mayo de 2004.
Exámenes Junio: 1 de junio de 2004 al 3 de julio de 2004.
Exámenes Septiembre: 1 de septiembre de 2004 al 24 de septiembre de 2004.

PRIMER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
300	Cálculo I	4,5	3	7,5	Cálculo con una variable. Cálculo numérico. Funciones de variable compleja
302	Álgebra Lineal	4,5	3	7,5	Grupos. Álgebra lineal. Espacios y aplicaciones lineales. Matrices, determinantes, valores y vectores propios. Geometría lineal. Tensores.
303	Fundamentos de Física: Dinámica y Calor	4.5	3	7,5	Magnitudes físicas y sus unidades. Medidas experimentales y modelos teóricos. Introducción a la Dinámica de un punto y de algunos sistemas sencillos. Concepto de la energía: energía interna. Choques y desintegraciones. Calor y temperatura. Gases perfectos.
305	Química	4.5	3	7,5	Generalidades, metodología y terminología. Ideas generales sobre el enlace químico. El sistema periódico de los elementos. Periodicidad en las propiedades físicas y químicas. Reacciones químicas (ácido y bases, reacciones redox, etc.). Estequiometría. Introducción a la química orgánica y a las biomoléculas.
306	Laboratorio de Física	1	5	6	Medida de magnitudes físicas. Magnitudes mecánicas. Líquidos. Ondas. Termodinámica. Corriente continua y alterna. Óptica.

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
301	Cálculo II	4,5	3	7,5	Cálculo con varias variables. Análisis vectorial. Curvas y superficies diferenciales.
304	Fundamentos de Física: Campos y Ondas	4.5	3	7,5	Concepto de campo. Campo gravitatorio y eléctrico. Campo magnético. Inducción. Movimiento armónico. Ondas electromagnéticas. Espectroscopía y estructura de la materia.
306	Laboratorio de Física	1	5	6	Medida de magnitudes físicas. Magnitudes mecánicas. Líquidos. Ondas. Termodinámica. Corriente continua y alterna. Óptica.
307	Estadística	3	3	6	Estadística descriptiva. Probabilidad y sus propiedades. Variables aleatorias. Modelos de distribución de probabilidad. Contraste de hipótesis estadísticas. Análisis de la varianza. Modelos de regresión. Inferencia estadística.
308	Introducción al Cálculo Numérico y Programación	3	3	6	Aritmética en coma flotante. Solución de ecuaciones. Aproximación de funciones. Diferenciación e integración numérica. Métodos numéricos en álgebra. Programación, lenguajes.

SEGUNDO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
309	Ecuaciones Diferenciales I	4.5	1.5	6	Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales. Funciones especiales.
312	Mecánica y Ondas I	4.5	1.5	6	Mecánica newtoniana y relativista. Elementos de mecánica analítica. Las ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Hamilton.
314	Termodinámica I	4.5	1.5	6	Estados de equilibrio, principio de la conservación de la energía. Principio de la variación de la entropía. Potenciales termodinámicos. Estabilidad y transiciones de fase. Puntos críticos.
315	Técnicas Experimentales en Física I	1	3.5	4,5	Naturaleza de los fenómenos físicos y su medida. Tratamiento de datos. Conceptos fundamentales de los aparatos de medida. Leyes de conservación. Oscilaciones. Introducción a las medidas térmicas. Termometría. Calorimetría. Transiciones de fase. Propiedades térmicas de líquidos y gases.

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
310	Ecuaciones Diferenciales II	4.5	1.5	6	Series de Fourier. Transformadas integrales. Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
311	Electromagnetismo I	4.5	1.5	6	Campos electrostático y magnetostático en el vacío y en medios materiales. Fenómenos electromagnéticos no estacionarios y teoría de circuitos.
313	Óptica I	3	1.5	4,5	Óptica geométrica. Representación óptica. Sistemas ópticos. Aberraciones. Radiometría y Fotometría.
316	Técnicas Experimentales en Física II	1	3.5	4,5	Introducción a las medidas eléctricas. Medidas de los fenómenos magnéticos y eléctricos. Dinámica del sólido rígido. Ondas y elasticidad.

TERCER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
317	Electromagnetismo II	3	1.5	4,5	Ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell.
318	Mecánica y Ondas II	3	1.5	4,5	Mecánica de fluidos. Aspectos generales de la física de ondas. Ondas elásticas en fluidos y sólidos isótropos. El sólido rígido.
321	Técnicas Experimentales en Física III	0.5	4	4,5	Introducción al tratamiento de señales y a los conceptos básicos de los circuitos electrónicos. Óptica geométrica y fibras ópticas. Experimentos básicos en Física Cuántica.
323	Física Cuántica I	4.5	1.5	6	Los orígenes de la mecánica cuántica. Mecánica cuántica elemental. Ecuación de Schrodinger en tres dimensiones, momento angular y átomo de hidrógeno. Principio de indeterminación e interpretación probabilística. Estados observables. Principio de superposición. Problemas unidimensionales.

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
319	Óptica II	4.5	1.5	6	Fenómenos de propagación de la luz en medios materiales. Polarización. Interferencias. Difracción. Óptica de fibras, y óptica integrada. Láseres. Óptica aplicada.
320	Termodinámica II	3	1.5	4,5	Procesos irreversibles. Fenómenos de transporte. Introducción a la Física Estadística Clásica. Teoría cinética.
322	Técnicas Experimentales en Física IV	0.5	4	4,5	Sistemas instrumentales. Sensores. Interferometría. Polarización de la luz. Difracción de la luz. Fenómenos de transporte. Experimentos básicos en espectrometría.
324	Física Cuántica II	3	1.5	4,5	Estructura de los átomos y moléculas y espectroscopías. Cristales: Dinámica de redes, propiedades térmicas, eléctricas y magnéticas de sólidos. Estructura de los núcleos y modelos. Introducción a las partículas elementales. Introducción a la Física Estadística Cuántica.

Primer Ciclo. Asignaturas Optativas

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
325	Biofísica	3	1.5	4,5	Procesos de transformación de la energía en sistemas biológicos. Transporte a través de membranas. Física del sistema nervioso. Origen y evolución de la información biológica.
326	Física de la Atmósfera	3	1.5	4,5	Composición de la Atmósfera. Estructura térmica y dinámica. Radiación solar y terrestre. Efecto invernadero. Ecuación del movimiento del aire. Modelos de viento. Predicción del tiempo. Circulación general. Dispersión y difusión de contaminantes. Cambios climáticos.
327	Física de la Tierra	3	1.5	4,5	Campo de la gravedad, rotación y figura de la Tierra. Mareas terrestres. Campo geomagnético: origen y características. Anomalías gravimétricas y magnéticas. Terremotos. Ondas sísmicas. Temperatura y flujo térmico.
328	Geometría Diferencial Clásica	3	1.5	4,5	Teoría de curvas. Cálculo tensorial. Teoría de superficies: formas fundamentales, curvatura geodésica y transporte paralelo. Geometría global de curvas y superficies.
329	Astrofísica	3	1.5	4,5	Magnitudes fundamentales. Espectros estelares y diagramas H-R. Estrellas binarias y variables. El Sol. Evolución estelar. Medio interestelar. La Galaxia. Las Galaxias. El Universo a gran escala. Cuestiones de actualidad en Astrofísica.
330	Física de Materiales	3	1.5	4,5	Estructura cristalina. Aleaciones. Cerámicas. Polímeros. Cristales líquidos. Materiales amorfos y compuestos.
331	Estructura del Espacio-Tiempo	3	1.5	4,5	Espacio-tiempo aristotélico, galileano, newtoniano y einsteniano. Principios de relatividad. Principios de equivalencia. Geometría y gravitación. Agujeros negros. Principios cosmológicos. La Gran Explosión.
332	Variable Compleja	3	1.5	4,5	El plano complejo. Funciones holomorfas. Integración sobre arcos. Desarrollos en series de potencias. Teoría de residuos.
333	Métodos Numéricos y Análisis de Señales	3	1.5	4,5	Solución numérica de ecuaciones ordinarias y de ecuaciones en derivadas parciales. Series temporales. Correlación y convolución. Funciones muestreadas. Análisis de frecuencias. Transformada discreta.
334	Elementos de Geología	3	1.5	4,5	Minerales y rocas. Geomorfología. Estratigrafía y escala de tiempos geológicos. Plegamientos y fallas. Tectónica. Geología histórica.
335	Elementos de Biología	3	1.5	4,5	Sistemas biológicos. Estructura de las funciones celulares básicas. Ciclo biogeoquímico. Procesos celulares de la evolución.

336	Sistemas Lineales	3	1,5	4,5	Sistemas interconectados y realimentación. Dinámica de sistemas realimentados. Análisis de frecuencia.
337	Historia y Metodología de la Física	3	1.5	4,5	Ciencia antigua y medieval. La revolución científica. Física Clásica y Moderna. Observaciones y experimentos. Leyes, teoría y modelos. Problemas epistemológicos.
338	Fundamentos de Computadores	3	1.5	4,5	Representación de la información digital. Códigos. Especificación e implementación de circuitos combinacionales y secuenciales. Estructura básica del computador. Procesador y Unidad de Control. Instrucciones. Ejecución, secuenciamiento, tipos.
339	Fundamentos de Programación	3	1.5	4,5	Sistemas informáticos. Programas del sistema: el sistema operativo; traductores e intérpretes. Programas de aplicación. Lenguaje y entornos de programación. Programación estructurada. Ingeniería de la programación. Tipos de datos básicos y estructuras de control. Subprogramas.
340	Transmisión de Datos	3	1.5	4,5	Espectro continuo y discreto de una señal. Señales de prueba. Delta, escalón y pulso. Características de propagación distorsión, retardo de fase y grupo. Filtrado de señales. Modulación y demodulación de una señal. Moduladores/ demoduladores.

CUARTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
342	Mecánica Cuántica	4	2	6	Postulados, métodos aproximados: partículas idénticas; teoría de colisiones.
343	Mecánica Teórica	4	2	6	Mecánica Analítica. Mecánica de Medios Continuos.
345	Física del Estado Sólido	4	2	6	Propiedades térmicas de sólidos. Estados Electrónicos. Metales, aislantes y semiconductores, propiedades de transporte. Fenómenos cooperativos. Ferroeléctricos, magnetismo, superconductores. Sólidos reales: Defectos puntuales, dislocaciones.

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
341	Física Estadística	4	2	6	Colectividades, estadísticas clásicas y cuánticas. Aplicaciones al gas ideal, gas de fotones, gas de electrones.
344	Electrodinámica Clásica	4	2	6	Ondas Electromagnéticas. Radiación de cargas en movimiento: desarrollos multipolares y efectos relativistas.
346	Física Atómica y Molecular	4	2	6	Átomos polielectrónicos. Interacciones electrostática y espín-órbita. Acoplamiento intermedio. Transiciones electromagnéticas. Estructura molecular. Moléculas diatómicas. Acoplamiento de momentos angulares. Moléculas poliatómicas.

QUINTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
347	Física Nuclear y de Partículas	4	2	6	Propiedades globales de los núcleos. Modelos y reacciones nucleares. Partículas elementales.
348	Electrónica I	4	2	6	Semiconductores y Dispositivos

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
349	Electrónica II	2	4	6	Sistemas analógicos amplificadores y osciladores. Electrónica Digital

SEGUNDO CICLO. Asignaturas Optativas

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Tª	Pract	Total	
350	Ampliación de Química	3	1.5	4,5	Cinética química. Mecanismos de reacciones. Catálisis homogénea, heterogénea y enzimática. Fotoquímica y transferencia de energía. Electroquímica. Introducción a la química de compuestos no estequiométricos.
351	Física Computacional	3	1.5	4,5	Simulación de las ecuaciones básicas de la Física (Newton, Lagrange, Hamilton, Ondas, Calor, Laplace, Maxwell y Dirac). Algoritmo de transformada rápida de Fourier. Técnicas de Monte-Carlo. Método de elementos finitos. Simulación en ordenadores paralelos. Aplicaciones.
352	Teoría de Grupos	3	1.5	4,5	Grupos discretos y sus representaciones. Grupos de Lie. Álgebras de Lie. Representaciones. Simetrías. Aplicaciones.
353	Mecánica Cuántica Avanzada	3	1.5	4,5	Teoría general de perturbaciones. Principio de min-max. Integración sobre caminos. Aproximación semiclásica. Propagadores y transiciones cuánticas. Teoría general de colisiones. Ecuaciones de onda relativistas (Klein-Gordon, Dirac, Maxwell). Átomos másicos. Átomo de hidrógeno relativista.
354	Teoría Cuántica de Campos	3	1.5	4,5	Cuantificación canónica de campos libres. Teoría de perturbaciones. Imagen de interacción. Electrodinámica cuántica. Renormalización. Introducción a las teorías gauge no abelianas.
355	Radiofísica	3	1.5	4,5	Radiaciones ionizantes. Interacción de las radiaciones ionizantes con la materia. Detección de las radiaciones ionizantes. Unidades radiológicas. Protección contra las radiaciones ionizantes.
356	Sistemas Fuera del Equilibrio	3	1.5	4,5	Termodinámica fuera del equilibrio. Funciones de correlación temporal. Ecuaciones de Boltzmann y otras ecuaciones cinéticas. Procesos estocásticos.
357	Óptica Estadística	3	1.5	4,5	Propiedades de coherencia de las fuentes de luz. Representación analítica de una señal óptica. Funciones de correlación. Sistemas ópticos lineales. Procesado óptico de la información. Holografía. "Speckle" (moteado láser). Estados coherentes de la luz. Estadística de fotoelectrones. Procesos no lineales.
358	Gravitación y Cosmología	3	1.5	4,5	Principios de equivalencia. Teoría einsteniana de la gravitación y sus pruebas clásicas. Colapso gravitacional. Principios cosmológicos. Modelo cosmológico estándar.
359	Estructura Nuclear	3	1.5	4,5	Núcleos ligeros. Interacciones nucleares efectivas. Interacciones dependientes de la densidad. Teoría microscópicas del núcleo. Comparación con los resultados experimentales.
360	Procesos Moleculares	3	1.5	4,5	Interacción molécula-radiación: Procesos Raman. Resonancia del espín. Dinámica molécula-entorno: Colisiones, transferencia de energía. Excitones moleculares. Procesos intramoleculares en moléculas no rígidas. Estructuras multiestables.

361	Procesos Atómicos	3	1.5	4,5	Líneas prohibidas en espectros atómicos. Niveles de autoionización. Transiciones al continuo. Colisiones electrón-átomo. Secciones eficaces de ionización y recombinación. Estudio de los átomos muy ionizados.
362	Relatividad General	3	1.5	4,5	Isometrías. Clasificación del tensor Weyl. Soluciones exactas de las ecuaciones de Einstein. Singularidades. Rotación y momentos multipolares. Radiación . Cálculo Simbólico.
363	Fenómenos Colectivos	3	1.5	4,5	El problema cuántico de muchos cuerpos. Funciones de Green. Condición KMS, ruptura espontánea de la simetría. Introducción al Grupo de Renormalización. Universalidad. Análisis de diversos modelos.
364	Análisis Funcional	3	1.5	4,5	Espacios normados de funciones. Geometría de espacios de Hilbert. Distribuciones. Operadores lineales: operadores diferenciales e integrales. Teoría espectral de operadores lineales.
365	Geometría Diferencial Avanzada	3	1.5	4,5	Formas diferenciales. Cálculo exterior. Conexiones. Geometría riemanniana y pseudo-riemanniana. Aplicaciones
366	Fundamentos de Astrofísica	3	1.5	4,5	Fotometría estelar. Espectroscopía y clasificación de estrellas. Estructura del Sol. Estrellas binarias. Estrellas variables. Novas. Evolución estelar, supernovas; pulsares; agujeros negros. Medio interestelar. Dinámica de la Galaxia y estructura espiral. El Universo extragaláctico: galaxias normales, con formación estelar intensa y activas; cuasares.
367	Astronomia Observacional	3	1.5	4,5	Iniciación a la observación astronómica. Sistemas de coordenadas y escalas de tiempo. Coordenadas topocéntricas, geocéntricas y heliocéntricas. Preparación de las observaciones. Observación visual de objetos de interés. Simulación de observaciones con ordenador. Determinación de parámetros básicos de los instrumentos astronómicos.
368	Dinámica Galáctica	3	1.5	4,5	Poblaciones estelares. Cúmulos estelares. Teoría del potencial. Órbitas estelares. Cinemática galáctica. Rotación de galaxias.
369	Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)	4.5	1.5	6	Parámetros de la atmósfera. Leyes fundamentales. Equilibrio termodinámico local. Ecuación de transporte radiactivo y su resolución. Fuentes de opacidad. Modelo de atmósferas. Formación de líneas. Cálculo de abundancias. Desviación del equilibrio termodinámico local. Cromoesferas y coronas.
370	Dinámica de Fluidos	3	1.5	4,5	Ecuación de Navier-Stokes. Teorema de Bernouilli. Fluidos en rotación. Flujo rotacional: capa límite. Fenómenos convectivos. Turbulencia. Vientos geostróficos y ciclostróficos. Vientos estelares y acreción. Ondas de choque. Magnetohidrodinámica.
371	Técnicas Experimentales en Astrofísica	1,5	3	4,5	Fotometría fotoeléctrica. Estudio de estrellas variables. Fotometría CCD. Espectroscopía de objetos estelares y lámparas de comparación. Identificación de líneas espectrales. Clasificación estelar. Medida de velocidades radiales. Observaciones solares avanzadas.

372	Estructura Interna y Evolución Estelar	3	1.5	4,5	Ecuación de estado en el interior estelar. Transporte de energía. Ecuaciones de equilibrio de la estructura interna. Opacidad. Nucleosíntesis estelar. Modelos estelares. Formación estelar. Secuencias evolutivas. Evolución de estrellas binarias. Etapas avanzadas de la evolución. Supernovas. Estrellas degeneradas. Agujeros negros.
373	Astrofísica del Medio Interestelar	3	1.5	4,5	Equilibrio de fotoionización. Balance térmico del medio interestelar. Espectroscopía de las nebulosas gaseosas. Dinámica de las nebulosas. El campo magnético interestelar . Polvo interestelar. Masares astronómicos. Regiones HI y HII. Nebulosas planetarias. Ionización por choques. Restos de supernova. Nubes moleculares y formación estelar. Objetos Herbig-Haro.
374	Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	4.5	1.5	6	Clasificación y morfología de las galaxias. Escala de distancias. Propiedades fotométricas. Poblaciones estelares y evolución química. Dinámica de galaxias. Galaxias con líneas de emisión. Núcleos galácticos activos. Cuasares. Estructura a gran escala. Introducción a la Cosmología. Restricciones observacionales. Modelos cosmológicos. Historia térmica del Universo.Nucleosíntesis primordial. Controles observacionales.
375	Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	1,5	3	4,5	Estrategia y técnicas en Astronomía (Fotometría, Espectroscopía, Radioastronomía) . Reducción y análisis de observaciones. Procesado de imagen. Análisis de los resultados. Determinación de parámetros físicos de los objetos astronómicos.
376	Partículas Elementales	3	1.5	4,5	Interacciones fundamentales y constituyentes básicos de la materia. El modelo quark. Interacciones débiles. Modelo de Weinberg-Salam. Cromodinámica Cuántica. El modelo estándar.
377	Ampliación de Física del Estado Sólido	4.5	1.5	6	Teoría de electrones en sólidos. Estructura de bandas. Excitaciones elementales. Estados electrónicos localizados. Superconductividad. Cohesión en sólidos.
378	Defectos en Sólidos	3	1.5	4,5	Cristales imperfectos. Dislocaciones. Defectos en cristales iónicos y semiconductores: estados electrónicos. Defectos extensos. Defectos en heteroestructuras.
379	Propiedades Magnéticas de los Materiales	3	1.5	4,5	Origen del magnetismo. Resonancias magnéticas. Día y paramagnetismo. Tipos de orden magnético espontáneo. Teorías de canje. Ondas de espín. Difracción de neutrones.
380	Técnicas de Microscopia	3	1.5	4,5	Microscopía electrónica de la transmisión. Origen del contraste. Microscopía de alta resolución. Microscopía electrónica del barrido. Microscopía túnel. Microscopía de fuerzas.
381	Propiedades Ópticas de los Materiales	3	1.5	4,5	Propiedades ópticas de metales y semiconductores. Método de caracterización óptica. Propiedades electro y magnetoópticas. Materiales ópticos.
382	Propiedades Mecánicas de los Materiales	3	1.5	4,5	Teoría Lineal de Elasticidad. Ondas elásticas. Anelasticidad. Fricción interna. Plasticidad. Endurecimiento. Fluencia.

383	Propiedades Eléctricas de los Materiales	3	1,5	4,5	Fenómenos de transporte en metales y semiconductores. Polarización eléctrica. Respuesta en frecuencia de los materiales dieléctricos. Piroelectricidad y ferroelectricidad.
384	Equilibrio y Cinética de Sólidos	4.5	1.5	6	Materiales cristalinos: estructura y simetrías. Transformaciones de fase. Difusión en sólidos. Reactividad de materiales. Reacciones en superficies.
385	Difracción y Espectroscopía en Sólidos	3	1.5	4,5	Difracción de rayos X, electrones y neutrones por la materia. Determinación de estructuras. Espectroscopía de sólidos.
386	Física del Laser	3	1.5	4,5	Interacción radiación-materia. Amplificación de radiación. Dinámica de láser. Dispositivos láser. Efectos de la radiación láser en sólidos. Aplicaciones industriales y tecnológicas.
387	Transiciones de Fase	3	1.5	4,5	Transiciones de fase de primer orden y continuas. Modelo de Ising. Simulación numérica. Teorías de campo medio en fluidos y sistemas discretos. Exponentes críticos. Leyes de escala. Hipótesis de universalidad.
388	Orden y Dimensionalidad en Sólidos	3	1.5	4,5	El sistemas periódico y fenómenos cooperativos. Materiales magnéticos y superconductores. Teoría BCS de la superconductividad. Sistemas de baja dimensionalidad. Obtención y propiedades de películas, heteroestructuras y superredes.
389	Materiales Magnéticos	3	1.5	4,5	Producción y medida de campos magnéticos. Anisotropías magnéticas. Efectos magnetoelásticos. Dominios magnéticos. Procesos de imanación. Teorías de campo coercitivo y ley de aproximación a la saturación. Materiales duros y blandos. Aplicaciones.
390	Oceanografía Física	3	1.5	4,5	Distribución de temperatura, salinidad y densidad. Corrientes, olas y mareas.
391	Ondas Sísmicas	3	1.5	4,5	Ondas internas. Reflexión y refracción. Medios heterogéneos. Tierra esférica. Ondas superficiales. Dispersión. Generación de ondas.
392	Sismología	3	1,5	4,5	Parámetros de los terremotos. Mecanismo de foco. Sismicidad. Riesgo sísmico y predicción. Sismometría.
393	Geomagnetismo: Campo Interno	3	1.5	4,5	Observación del campo geomagnético. Campo principal: variación temporal y origen. Magnetismo de rocas. Paleomagnetismo.
394	Geomagnetismo: Campo Externo	3	1.5	4,5	Campo local. Campos magnéticos de origen externo. Interacción Tierra-Sol. Ionosfera y magnetosfera. Variaciones periódicas y no periódicas. Dinamo ionosférica.
395	Gravimetría	3	1,5	4,5	Campo normal de la gravedad. Gravímetros. Anomalías. El geoide. Isostasia. Gravimetría espacial. Mareas terrestres.
396	Prospección Geofísica Electromagnética	2,5	2	4,5	Propiedades electromagnéticas de las rocas. Métodos electromagnéticos: corrientes continua y alterna. Métodos radioactivos. Instrumentación y trabajo de campo. Interpretación.

397	Prospección Geofísica Sismica y Gravimétrica	2,5	2	4	Métodos sísmicos: reflexión y refracción. Métodos gravimétricos y magnéticos Anomalías. Instrumentación y trabajo de campo. Interpretación.
398	Geofísica Interna y Tectonofísica	3	1.5	4,5	Interior de la Tierra. Densidad, temperatura, conductividad y constantes elásticas. Flujo térmico. Radiactividad. Estructura y dinámica de la litosfera. Reología del manto. Origen y edad de la Tierra.
399	Técnicas Experimentales Geofísicas	3	1.5	4,5	Medidas absolutas y relativas. Medidas de la gravedad. Medidas de campo geomagnético. Medidas del movimiento del suelo. Interpretación de datos.
400	Radiación Atmosférica	3	1.5	4,5	Radiación solar. Radiación terrestre y atmosférica. Modelos radiactivos. Balance energético.
401	Termodinámica de la Atmósfera	3	1,5	4,5	Estabilidad de estratificación. Procesos de saturación y condensación en la Atmósfera. Inestabilidad condicional. Diagramas termodinámicos.
402	Física Atmosférica	3	1.5	4,5	Electricidad atmosférica. Turbulencia. Capa límite planetaria.
403	Dinámica Atmosférica	3	1.5	4,5	Movimientos atmosféricos. Modelos de movimientos. Ecuación de la energía. Circulación y vorticidad. Barotropía y baroclinicidad. Frontogénesis. Teoría del desarrollo.
404	Ampliación de Dinámica Atmosférica	3	1,5	4,5	Método de las perturbaciones. Ondas atmosféricas. Circulación general de la atmósfera.
405	Física del Clima	3	1.5	4,5	Sistema climático. Balance radiativo. Balance dinámico. Modelos climáticos.
406	Física de Nubes	3	1.5	4,5	Teoría clásica de la nucleación. Modelos de crecimiento de partículas nubosas. Teoría de la precipitación . Dinámica de nubes.
407	Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	1,5	3	4,5	Observaciones atmosféricas en superficie. Radiosondeos aerológicos. Meteorología sinóptica. Teledetección.
408	Difusión Atmosférica	3	1.5	4,5	Propiedades difusoras de la Atmósfera. Contaminación atmosférica. Procesos de difusión y transporte. Modelos de difusión.
409	Predicción Numérica	3	1.5	4,5	Modelo barotrópico y baroclínico. Ecuaciones primitivas. Modelos filtrados.
410	Física de Semiconductores	3	1.5	4.5	Estructura de bandas en semiconductores. Impurezas. Estadística de portadores. Fenómenos de transporte. Generación y recombinación. Unión P-N. Modelo SPICE.
411	Física de Dispositivos	3	1.5	4,5	Propiedades, funcionamiento y limitaciones de los dispositivos electrónicos. Modelos físicos y circuitales. Materiales y procesos tecnológicos
412	Materiales Semiconductores	3	1.5	4.5	Semiconductores III-V y II-IV; estructura de bandas y propiedades de transporte. Semiconductores ternarios. Tecnología de crecimiento y epitaxia (MBE. MOCVD). Transistores MESFET y MISFET. Semiconductores policristalinos y amorfos.
413	Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos	0	4,5	4,5	Caracterización óptica y propiedades de transporte en semiconductores. (Absorción óptica, Hall, Haynes-Schockley). Características de dispositivos (P-N,BJT, JEFT y MOSFET) . Comparación con modelos SPICE. Polarización y modelos equivalentes de pequeña señal.

414	Control de Sistemas	3	3	6	Métodos de diseño de respuesta en frecuencia. Análisis y diseño de sistemas mediante variables de estado. Control optimo. Sistemas discretos. Diseño de controladores discretos. Implementación de controladores digitales.
415	Dispositivos de Instrumentación Óptica	4.5	1.5	6	Dispositivos refractores y reflectores. Óptica adaptativa. Óptica difractiva. Condicionadores y sensores ópticos. Metrología óptica. Robótica óptica.
416	Ampliación de Sistemas de Control	3	1.5	4,5	Introducción al control estocástico. Filtrado de Kalman. Control adaptativo. Sistemas no lineales. Estudio en el plano de fases. Función descriptiva.
417	Circuitos Digitales	4.5	1.5	6	Técnicas de diseño de circuitos y sistemas electrónicos.
418	Laboratorio de Sistemas Digitales	0	4.5	4,5	Implementación de circuitos digitales con componentes discretos. Sistemas combinacionales y secuenciales. Sistemas basados en microprocesador. Métodos de Entrada Salida. Interfaces digitales y analógicos. Sistemas de Control. Control basado en microprocesadores.
419	Fundamentos de Tecnología Electrónica	3	1.5	4,5	Procesos litográficos. Procesos de grabado. Dopado (difusión e implantación iónica). Metalización y pasivación. Técnicas de epitaxia. (NPE, LPE).
420	Integración de Procesos Tecnológicos	3	1.5	4,5	Tecnologías bipolares. Tecnologías MOS. Tecnologías BICMOS. Diagnóstico de procesos de integración. Herramientas software para el diseño de procesos tecnológicos.
421	Robótica	3	1.5	4,5	Cinemática y Dinámica del brazo del robot. Planificación de trayectorias de un manipulador. Sensores y actuadores en robótica. Lenguajes de programación del robot. Inteligencia del robot y planificación de tareas
422	Diseño y Test de Circuitos Integrados	3	3	6	Herramientas software para el diseño de circuitos integrados de tipo específico y semiespecífico
423	Laboratorio de Sistemas Integrados	1.5	3	4,5	Prácticas de diseño de sistemas integrados de aplicación específica y semiespecífica. Diseños full-custom y semicustom. Prototipos y sistemas basados en FPGAS. Síntesis de sistemas.
424	Programación	3	1.5	4.5	Abstracción de datos y abstracción procedimental. Complejidad de algoritmos. Tipos de datos estructurados. Programación con tipos abstractos de datos. Estructuras lineales: pilas, colas y listas. Estructuras no lineales: árboles. Ordenación y búsqueda.

2. HORARIOS DE CLASE Y PROFESORADO 2003/2004

ABREVIATURAS UTILIZADAS

DEPARTAMENTOS		
Clave	**Departamento**	**Facultad**
DACy A	Arquitectura de Computadores y Automática	CC. Físicas, Informática
FA-I	Física Aplicada I (Termología)	CC. Físicas
FA-III	Física Aplicada III (Electricidad y Electrónica)	CC. Físicas
FAMN	Física Atómica, Molecular y Nuclear	CC. Físicas
FM	Física de Materiales	CC. Físicas
FT-I	Física Teórica I	CC. Físicas
FT-II	Física Teórica II (Métodos Matemáticos de la Física)	CC. Físicas
FTAA-I	Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I (Geofísica y Meteorología)	CC. Físicas
FTAA-II	Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II (Astrofísica y CC. de la Atmósfera)	CC. Físicas
SIP	Sistemas Informáticos y Programación	Informática
Óptica	Óptica	CC. Físicas
MA	Matemática Aplicada (Biomatemática)	CC. Biológicas
QF	Qímica-Física	CC. Químicas
BMM-I	Bioquímica y Biología Molecular I	CC. Químicas
CM	Cristalografía y Mineralogía	CC. Geológicas
CMIM	Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica	CC. Químicas
EAII	Economía Aplicada II	CC. Económicas y Empresariales
FIS	Fisiología	Medicina
QI	Química Inorgánica	CC. Químicas
QIB	Química Inorgánica y Bioinorgánica	Farmacia
Geodin	Geodinámica	CC. Geológicas

2.1.1 PRIMER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

GRUPO A

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
300 Cálculo I		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	M2 M2	V :	10:30 - 11:30	M2	J. M. Rodríguez Parrondo	FAMN
302 Álgebra Lineal		L : X :	11:30 - 13:30 11:30 - 13:30	M2 M2	V :	11:30 - 12:30	M2	G. Álvarez Galindo	FT-II
303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor		M : J :	11:30 - 13:30 11:30 - 13:30	M2 M2	V :	9:30 - 10:30	M2	A. Fernández-Rañada y Menéndez de Luarca	FA-III
305 Química	1,5	L : X : (*) :	10:00 - 11:30 10:00 - 11:30 (*)	M2 M2 Lab	V :	12:30 - 13:30	M2	Mª I. Redondo Yélamos / J. A. Rodríguez Cheda	QF
306 Laboratorio de Física	2,5	L : L :	13:30 - 14:30 15:30-17:30	M2 Lab				M.J. García Borge	FAMN

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
301 Cálculo II		L : X :	11:30 - 13:30 11:30 - 13:30	M2 M2	V :	10:30 - 11:30	M2	F. González Gascón	FT-II
304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	M2 M2	V :	9:30 - 10:30	5	F. Sánchez Quesada	FA-III
306 Laboratorio de Física	2,5	V : L :	11:30 - 12:30 15:30-17:30	M2 Lab				M.J. García Borge	FAMN
307 Estadística	1,5	M : J : M / X :	11:30 - 13:30 11:30 - 12:30 12:30-14:30 / 12:30-14:30 , 15:30-19:30	M2 M2 A1				M. Cornide Castro-Piñeiro	FTAA-II
308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación	3	X : A1-L / A2-J :	9:30 - 11:30 9:30-11:30 / 15:30-17:30	M2 A1				R. Mª González Barras	FTAA-I

(*) Cinco días. Turnos de 3 horas, mañana o tarde

GRUPO B

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
300 Cálculo I		L : X :	10:30 - 12:30 10:30 - 12:30	M1 M1	V :	11:30 - 12:30	M1	F. Finkel Morgenstern	FT-II
302 Álgebra Lineal		M : J :	10:30 - 12:30 10:30 - 12:30	M1 M1	V :	10:30 - 11:30	M1	L. Abellanas Rapun	FT-II
303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor		M : J :	8:30 - 10:30 8:30 - 10:30	M1 M1	V :	8:30 - 9:30	M1	D. Córdoba Barba	FTAA-I
305 Química	1,5	L : X : :	9:00 - 10:30 9:00 - 10:30 (*)	M1 M1 Lab	V :	9:30 - 10:30	M1	E. Sánchez de la Blanca Camacho / E. Enciso Rodríguez	QF
306 Laboratorio de Física	2,5	V : J :	12:30 - 13:30 12:30-14:30	M1 Lab				M. Ortiz Ramis	FAMN

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
301 Cálculo II		L : X :	10:30 - 12:30 10:30 - 12:30	M1 M1	V :	10:30 - 11:30	M1	J. Ramírez Mittelbrunn	FT-I
304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas		L : X :	8:30 - 10:30 8:30 - 10:30	M1 M1	V :	9:30 - 10:30	M1	J. Rojo Alaminos	FM
306 Laboratorio de Física	2,5	V : J :	11:30 - 12:30 12:30-14:30	M1 Lab				M. Ortiz Ramis	FAMN
307 Estadística	1,5	M : J : M/X :	8:30 - 10:30 9:30 - 10:30 12:30-14:30 / 12:30-14:30, 15:30-19:30	M1 M1 A1				J. F. González Rouco	FTAA-II
308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación	3	J : B1-M / B2-M :	10:30 - 12:30 10:30-12:30 / 15:00-17:00	M1 A1				S. Esteban San Roman	FTAA-I

GRUPO C

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula	Profesor	Dpto.
300 Cálculo I		L : X :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	M3 M3	V :	9:30 - 10:30	M3	J. I. Aranda Iriarte	FT-II
302 Álgebra Lineal		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	M3 M3	V :	10:30 - 11:30	M3	M. A. Rodríguez González	FT-II
303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor		L : X :	11:30 - 13:30 11:30 - 13:30	M3 M3	V :	11:30 - 12:30	M3	J.I. Mengual Cabezón	FA-I
305 Química	1,5	M : J : (*) :	11:30 - 13:00 11:30 - 13:00 	M3 M3 Lab	V :	13:30 - 14:30	M3	M. A. Raso García / M. Gil Criado	QF
306 Laboratorio de Física	2,5	V : J :	12:30 - 13:30 15:30-17:30	M3 Lab				J.L. Contreras González	FAMN

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula	Profesor	Dpto.
301 Cálculo II		L : X :	9:30- 11:30 9:30- 11:30	M3 M3	V :	10:30- 11:30	M3	A. Álvarez Alonso	FT-I
304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas		L : X :	11:30- 13:30 11:30- 13:30	M3 M3	V :	11:30- 12:30	M3	J.I. Mengual Cabezón	FA-I
306 Laboratorio de Física	2,5	V : J :	12:30- 13:30 15:30-16:30	M3 Lab				J.L. Contreras González	FAMN
307 Estadística	1,5	M : J : M/X :	9:30- 11:30 10:30- 11:30 12:30-14:30 / 12:30-14:30, 15:30-19:30	M3 M3 Al				E. Zurita García	FTAA-I
308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación	3	M : C1-J / C2-V :	11:30- 13:30 11:30-13:30 / 12:30-14:30	M3 Al				Por determinar	DACyA

GRUPO D

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
300 Cálculo I		L : X :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	M2 M2	V :	15:30- 16:30	M2	Á. Gómez Nicola	FT-II
302 Álgebra Lineal		M : J :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	M2 M2	V :	16:30- 17:30	M2	Á. Gómez Nicola	FT-II
303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor		M : J :	17:30- 19:30 17:30- 19:30	M2 M2	V :	17:30- 18:30	M2	J. del Río Esteban	FM
305 Química	1,5	L : X : (*) :	17:30- 19:00 17:30- 19:00 (*)	M2 M2 Lab	V :	18:30- 19:30	M2	L. González McDowell / N. Iza Cabo	QF
306 Laboratorio de Física	2,5	L : L :	19:00- 20:00 9:30-11:30	M2 Lab				C. Herrán Martínez / J. Cenarro Lagunas	FTAA-II

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
301 Cálculo II		L : X :	17:30- 19:30 15:30- 17:30	M2 M2	V :	15:30- 16:30	M2	J. Retamosa Granado	FAMN
304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas		M : J :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	M2 M2	V :	16:30- 17:30	M2	Mª Carmen Sánchez Trujillo	FM
306 Laboratorio de Física	2,5	V : L :	17:30- 18:30 9:30-11:30	M2 Lab				C. Herrán Martínez / J. Cenarro Lagunas	FTAA-II
307 Estadística	1,5	M : J : M/X :	17:30- 19:30 17:30- 18:30 12:30-14:30 / 12:30-14:30, 15:30-19:30	M2 M2 Al				F.J. Gorgas García	FTAA-II
308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación	3	X : L :	17:30- 19:30 11:30-13:30, 15:00-17:00	M2 Al				J.R. Pascual Domínguez	FTAA-I

GRUPO E

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
300 Cálculo I		L : X :	17:30 - 19:30 17:30 - 19:30	M1 M1	V :	18:30 - 19:30	M1	F. Finkel Morgenstern	FT-II
302 Álgebra Lineal		M : J :	17:30 - 19:30 17:30 - 19:30	M1 M1	V :	17:30 - 18:30	M1	M. González Romero	FT-II
303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor		L : X :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	M1 M1	V :	15:30 - 16:30	M1	Mª T. del Teso Martín	FTAA-II
305 Química	1,5	M : J : (*) :	15:30 - 17:00 15:30 - 17:00 (*)	M1 M1 Lab	V :	16:30 - 17:30	M1	M. Menéndez de Carbajosa / Mª I. Redondo Yélamos	QF
306 Laboratorio de Física	2,5	J : J :	19:30 - 20:30 10:30-12:30	M1 Lab				E. de Castro Rubio / C. Herrán Martínez	FTAA-II

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
301 Cálculo II		M : J :	17:30- 19:30 17:30- 19:30	M1 M1	V :	16:30- 17:30	M1/1	F. J. Cao García / F. Navarro Lérida	FAMN
304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas		L : X :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	M1 M1	V :	15:30- 16:30	M1	G. Maqueda Burgos	FTAA-II
306 Laboratorio de Física	2,5	J : J :	16:30- 17:30 10:30-12:30	M1 Lab				E. de Castro Rubio / C. Herrán Martínez	FTAA-II
307 Estadística	1,5	M : J : M/X :	15:30- 17:30 15:30- 16:30 12:30-14:30 / 12:30-14:30, 15:30-19:30	M1 M1 Al				R. García Herrera	FTAA-II
308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación	3	X : L/X :	17:30- 19:30 17:00-19:00/ 10:30-12:30	M1 Al				S. Esteban San Román	DACyA

GRUPO F

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
300 Cálculo I (F)		M : J :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	6 6	V :	15:30 - 16:30	6	F. Blanco Ramos	FAMN
302 Álgebra Lineal (F)		L : X :	9:30 - 11:30 9:30 - 10:30	M2 2	V :	9:30 - 11:30	2	J.R. Peláez Sagredo	FT-II

2.1.2 SEGUNDO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

GRUPO A

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
309 Ecuaciones Diferenciales I		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	2 2				E. Olmedilla Moreno	FT-II
312 Mecánica y Ondas I		L : X :	11:30 - 12:30 11:30 - 12:30	2 2	V :	9:30 - 11:30	2	M.A. Martín Delgado	FT-I
314 Termodinámica I		L : X :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	2 2				C. Ruíz Bauzá	FA-I
315 Técnicas Experimentales en Física I	3,5	(*) :	(*)	Lab				E. Maciá Barber / F. García López	FM/FA-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
310 Ecuaciones Diferenciales II		L : X :	10:30- 12:30 10:30- 12:30	2 2				M. Mañas Baena	FT-II
311 Electromagnetismo I		J : V :	9:30- 11:30 11:30- 13:30	2 1				G. Rivero Rodríguez	FM
313 Óptica I		M : J :	10:30- 12:30 11:30- 12:30	2 2				P.M. Mejías Arias	Óptica
316 Técnicas Experimentales en Física II	3,5	(*) :	(*)	Lab				C. Díaz-Guerra Viejo E.Macia Barber	FM

GRUPO B

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
309 Ecuaciones Diferenciales I		X : V :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	1 1				E. Olmedilla Moreno	FT-II
312 Mecánica y Ondas I		L : M :	9:30 - 11:30 10:30 - 11:30	1 1	J :	10:30 - 11:30	1	F. González Gascón	FT-II
314 Termodinámica I		M : J :	8:30 - 10:30 8:30 - 10:30	1 1				C. Fernández Pineda	FA-I
315 Técnicas Experimentales en Física I	3,5	(*) :	(*)	Lab				E. Maciá Barber / F. García López	FM/FA-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
310 Ecuaciones Diferenciales II		M : J :	10:30- 12:30 10:30- 12:30	1 1				A. Álvarez Alonso	FT-I
311 Electromagnetismo I		L : M :	9:30- 11:30 9:30- 10:30	1 1	X :	9:30- 10:30	1	G. Rivero Rodríguez	FM
313 Óptica I		X : V :	10:30- 11:30 9:30- 11:30	1 1				P.M. Mejías Arias	Óptica
316 Técnicas Experimentales en Física II	3,5	(*) :	(*)	Lab				C. Díaz-Guerra Viejo E.Macia Barber	FM

GRUPO C

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
309 Ecuaciones Diferenciales I		L : X :	17:30 - 19:30 17:30 - 19:30	2 2				J. I. Aranda Iriarte	FT-II
312 Mecánica y Ondas I		L : X :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	2 2				E. Maciá Barber	FM
314 Termodinámica I		M : J :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	2 2				C. Fernández Pineda	FA-I
315 Técnicas Experimentales en Física I	3,5	(*) :	(*)	Lab				E. Maciá Barber / F. García López	FM/FA-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
310 Ecuaciones Diferenciales II		M : J :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	2 2				F.Guil Guerrero	FT-II
311 Electromagnetismo I		L : X :	15:30- 17:30 16:30- 18:30	2 2				M. A. González Barrio	FM
313 Óptica I		X : V :	15:30- 16:30 15:30- 17:30	2 2				Mª L. Calvo Padilla	Óptica
316 Técnicas Experimentales en Física II	3,5	(*) :	(*)	Lab				C. Díaz-Guerra Viejo E.Macia Barber	FM

GRUPO D

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
309 Ecuaciones Diferenciales I		L : X :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	1 1				A. González López	FT-II
312 Mecánica y Ondas I		M : J :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	1 1				M.A. Martín Delgado	FT-I
314 Termodinámica I		L : M :	17:30 - 18:30 17:30 - 18:30	1 1	V :	15:30 - 17:30	1	C. Ruíz Bauza	FA-I
315 Técnicas Experimentales en Física I	3,5	(*) :	(*)	Lab				E. Maciá Barber / F. García López	FM/FA-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
310 Ecuaciones Diferenciales II		L : X :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	1 1				F. Guil Guerrero	FT-II
311 Electromagnetismo I		M : J :	15:30- 17:30 15:30- 17:30	1 1				M. A. González Barrio	FM
313 Óptica I		L : M :	17:30- 18:30 17:30- 18:30	1 1	J :	17:30- 18:30	1	L. L. Sánchez Soto	Óptica
316 Técnicas Experimentales en Física II	3,5	(*) :	(*)	Lab				C. Díaz-Guerra Viejo, E.Macia Barber	FM

GRUPO E

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
314 Termodinámica I (E)		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	9 9				V. M. Barragán García	FA-I

(*) Los turnos de laboratorio y la distribución en grupos será fijada por los departamentos responsables

2.1.3 TERCER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

GRUPO A

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
317 Electromagnetismo II		M : J :	10:30 - 11:30 9:30 - 10:30	3 3	V :	9:30 - 10:30	3	F. Sánchez Quesada	FA-III
318 Mecánica y Ondas II		M : J :	11:30 - 12:30 10:30 - 12:30	3 3				Mª T. del Teso Martín / R. García Herrera / G. Maqueda Burgos	FTAA-II
321 Técnicas Experimentales en Física III	4	X : (*) :	11:30 - 12:30 (*)	3 Lab				R. M. Weigand Talavera / C. Díaz-Guerra Viejo	Óptica/FM
323 Física Cuántica I		L : X :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	3 3				R. Fernández Alvarez-Estrada	FT-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
319 Óptica II		L : X :	10:30 - 12:30 10:30 - 12:30	3 3				R. Martínez Herrero	Óptica
320 Termodinámica II		M : J :	11:30 - 12:30 9:30 - 11:30	3 3				R. Pérez Cordón	FA-I
322 Técnicas Experimentales en Física IV	4	X : (*) :	9:30 - 10:30 (*)	3 Lab				F. García López / J. A. Quiroga Mellado	FA-I / Óptica
324 Física Cuántica II		L : M :	9:30 - 10:30 9:30 - 11:30	3 3				J. Retamosa Granado	FAMN

GRUPO B

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
317 Electromagnetismo II		L : X :	10:30 - 11:30 9:30 - 10:30	5 5	V :	10:30 - 11:30	5	A. Fernández-Rañada y Menéndez de Luarca	FA-III
318 Mecánica y Ondas II		L : X :	11:30 - 12:30 10:30 - 12:30	5 5				F. Domínguez-Adame Acosta	FM
321 Técnicas Experimentales en Física III	4	M : (*) :	11:30 - 12:30 (*)	5 Lab				R. M. Weigand Talavera / C. Díaz-Guerra Viejo	Óptica/FM
323 Física Cuántica I		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	5 5				L. A. Fernández Pérez	FT-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
319 Óptica II		M : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	5 5				E. Bernabeu Martínez	Óptica
320 Termodinámica II		L : X :	10:30 - 12:30 11:30 - 12:30	5 5				B. Seoane Rodríguez	FA-I
322 Técnicas Experimentales en Física IV	4	L : (*) :	9:30 - 10:30 (*)	5 Lab				F. García López / J. A. Quiroga Mellado	FA-I / Óptica
324 Física Cuántica II		M : X :	11:30 - 12:30 9:30 - 11:30	5 5				A. Muñoz Sudupe	FT-I

GRUPO C

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
317 Electromagnetismo II		L : X :	17:30 - 18:30 15:30 - 16:30	3 3	V :	15:30 - 16:30	3	J.L.Sebastián Franco	FA-III
318 Mecánica y Ondas II		L : X :	15:30 - 17:30 16:30 - 17:30	3 3				F. Domínguez-Adame Acosta	FM
321 Técnicas Experimentales en Física III	4	M : (*) :	17:30 - 18:30 (*)	3 Lab				R. M. Weigand Talavera / C. Díaz-Guerra Viejo	Óptica/FM
323 Física Cuántica I		M : J :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	3 3				A. Muñoz Sudupe	FT-I

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
319 Óptica II		L : X :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	3 3				I. Gonzalo Fonrodona	Óptica
320 Termodinámica II		L : M :	17:30 - 18:30 17:30 - 18:30	3 3	J :	15:30 - 16:30	3	J. M. Ortíz de Zarate Leira	FA-I
322 Técnicas Experimentales en Física IV	4	X : (*) :	17:30 - 18:30 (*)	3 Lab				F. García López / J. A. Quiroga Mellado	FA-I / Óptica
324 Física Cuántica II		M : J :	15:30 - 17:30 16:30 - 17:30	3 3				V. Fonseca González	FAMN

GRUPO D

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
317 Electromagnetismo II		M : X :	17:30 - 18:30 17:30 - 18:30	5 5	J :	15:30 - 16:30	5	J. J. Jímenez Rodríguez	FA-III
318 Mecánica y Ondas II		M : J :	15:30 - 17:30 16:30 - 17:30	5 5				Mª T. del Teso Martín / R. García Herrera / G. Maqueda Burgos	FTAA-II
321 Técnicas Experimentales en Física III	4	L : (*) :	17:30 - 18:30 (*)	5 Lab				R. M. Weigand Talavera / C. Díaz-Guerra Viejo	Óptica/FM
323 Física Cuántica I		L : X :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	5 5				J.M. Guerra Pérez	Óptica

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
319 Óptica II		M : J :	16:30-18:30 16:30-18:30	5 5				R. Martínez Herrero	Óptica
320 Termodinámica II		L : X :	15:30-16:30 15:30-17:30	5 5				M. Khayet	FA-I
322 Técnicas Experimentales en Física IV	4	M : (*) :	15:30-16:30 (*)	5 Lab				F. García López / J. A. Quiroga Mellado	FA-I / Óptica
324 Física Cuántica II		L : J :	16:30-18:30 15:30-16:30	5 5				V. Fonseca González	FAMN

(*) Los turnos de laboratorio y la distribución en grupos será fijada por los departamentos responsables

2.1.4 PRIMER CICLO. Asignaturas Optativas. PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura (Grupo)	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
325 Biofísica		M : J :	13:30 - 14:30 13:30 - 14:30	2 2	V :	13:30 - 14:30	2	M. Sancho Ruíz	FA-III
327 Física de la Tierra		L : M :	12:30 - 13:30 12:30 - 13:30	2 2	J :	12:30 - 13:30	2	Mª L. Osete López	FTAA-I
330 Física de Materiales		L : M :	8:30 - 9:30 8:30 - 9:30	9 9	X :	8:30 - 9:30	9	N. de Diego Otero	FM
332 Variable Compleja (A)		M : J :	11:30 - 12:30 11:30 - 12:30	2 2	V :	11:30 - 12:30	2	A. González López	FT-II
332 Variable Compleja (B)		M : J :	15:30 - 17:30 15:30 - 16:30	6 6				G. Álvarez Galindo	FT-II
334 Elementos de Geología	1	X : V : V :	12:30 - 13:30 10:30 - 11:30 15:30	2 3 Lab				A. González Ubanell / A. Senderos	Geodin
335 Elementos de Biología		L : M :	13:30 - 14:30 13:30 - 14:30	4 4	X :	13:30 - 14:30	4	I. Fernández Fernández	BBM-I
339 Fundamentos de Programación (A)		M : J :	12:30 - 13:30 12:30 - 14:30	M1 M1				M. López Fernández	SIP
339 Fundamentos de Programación (B)		M : J :	15:30 - 17:30 16:30 - 17:30	9 9				M. López Fernández	SIP

PRIMER CICLO. Asignaturas Optativas. SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura (Grupo)	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
326 Física de la Atmósfera		L: X:	13:30-14:30 13:30-14:30	11 11	V:	13:30- 14:30	11	E. Zurita García	FTAA-I
328 Geometría Diferencial Clásica (A)		J: V:	12:30-13:30 11:30-13:30	11 11				L. Garay Elizondo	FT-II
328 Geometría Diferencial Clásica (B)		M: J:	15:30-17:30 15:30-16:30	9 9				J. R. Peláez Sagredo	FT-II
329 Astrofísica	0,4	L: M: (*):	12:30-13:30 12:30-13:30 (*)	M1 M1 (*)	X:	12:30- 13:30	M1	M. Rego Fernández	FTAA-II
331 Estructura del Espacio-Tiempo		J: V:	12:30-13:30 11:30-13:30	5 5				A. Dobado González	FT-I
333 Métodos Numéricos y Análisis de Señales	0,5	J: V: (*):	12:30-13:30 12:30-14:30 (*)	1 3 Al				A. M. Negredo Moreno	FTAA-I
336 Sistemas Lineales	1,5	M: X: (*):	8:30-9:30 8:30-9:30 (*)	4 4 Lab	J:	8:30- 9:30	4	B. de Andrés y Toro	DACyA
337 Historia y Metodología de la Física		L: M:	12:30-13:30 12:30-13:30	5 5	X:	12:30- 13:30	5	A. Udias Vallina	FTAA-I
338 Fundamentos de Computadores		M: X:	13:30-14:30 13:30-14:30	4 4	J:	13:30- 14:30	4	T. Higuera Toledano	DACyA
340 Transmisión de Datos		L: V:	12:30-13:30 11:30-13:30	4 4				M. Santos Peñas	DACyA

2.2.1 CUARTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias.PRIMER CUATRIMESTRE

GRUPO A

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
342 Mecánica Cuántica		M : V :	11:30 - 13:30 9:30 - 11:30	11 11				R. Fernández Álvarez-Estrada	FT-I
343 Mecánica Teórica		L : J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	11 11				G. García Alcaine	FT-I
345 Física del Estado Sólido	1	M : X : (*) :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30 (*)	11 11 Lab				J.M. Rojo Alaminos	FM

GRUPO B

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
342 Mecánica Cuántica		L : X :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30	8 8				M. Ramón Medrano	FT-I
343 Mecánica Teórica		M : V :	11:30 - 13:30 9:30 - 11:30	8 8				G. García Alcaine	FT-I
345 Física del Estado Sólido	1	M : J : (*) :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30 (*)	8 8 Lab				J. Serna Alcaraz	FM

GRUPO C

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
342 Mecánica Cuántica		L : X :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30	11 11				C. Pérez Martín	FT-I
343 Mecánica Teórica		L : V :	17:30 - 19:30 15:30 - 17:30	11 11				C. Moreno González	FT-II
345 Física del Estado Sólido	1	M : J : (*) :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30 (*)	11 11 Lab				J. Piqueras de Noriega	FM

CUARTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias. SEGUNDO CUATRIMESTRE

GRUPO A

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
341 Física Estadística		M :	9:30 - 11:30	11				C. Fernández Tejero	FA-I
		J :	9:30 - 11:30	11					
344 Electrodinámica Clásica		L :	9:30 - 11:30	11				M. Sancho Ruíz	FA-III
		X :	9:30 - 11:30	11					
	0,6	(*) :	(*)	Lab					
346 Física Atómica y Molecular		M :	11:30 - 13:30	11				F. Blanco Ramos	FAMN
		V :	9:30 - 11:30	11					
	1	(*) :	(*)	Lab					

GRUPO B

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
341 Física Estadística		M :	11:30 - 13:30	8				V.M. Barragán García	FA-I
		V :	9:30 - 11:30	8					
344 Electrodinámica Clásica		M :	9:30 - 11:30	8				A. Dobado González	FT-I
		J :	9:30 - 11:30	8					
	0,6	(*) :	(*)	Lab					
346 Física Atómica y Molecular		L :	9:30 - 11:30	8				M. Ortiz Ramis	FAMN
		X :	9:30 - 11:30	8					
	1	(*) :	(*)	Lab					

GRUPO C

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
341 Física Estadística		L :	17:30-19:30	11				R. Brito López	FA-I
		X :	15:30-17:30	11					
344 Electrodinámica Clásica		M :	15:30-17:30	11				L. Garay Elizondo	FT-II
		J :	15:30-17:30	11					
	0,6	(*) :	(*)	Lab					
346 Física Atómica y Molecular		L :	15:30-17:30	11				F. Arqueros Martínez	FAMN
		V :	15:30-17:30	11					
	1	(*) :	(*)	Lab					

2.2.2 CUARTO CURSO. Asignaturas Optativas. PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura (Grupo)	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
357 Óptica Estadística	1,5	X : J : (*) :	13:30 - 14:30 11:30 - 13:30 (*)	9 9 Lab				Mª L. Calvo Padilla	Óptica
364 Análisis Funcional		L : X :	11:30 - 13:30 11:30 - 12:30	8 8				M. A. Rodríguez González	FT-II
365 Geometría Diferencial Avanzada		L : V :	13:30 - 14:30 12:30 - 14:30	10 10				C. Moreno González	FT-II
366 Fundamentos de Astrofísica	0,4	M : X : (*) :	13:30 - 14:30 12:30 - 13:30 (*)	9 9 Lab	V :	11:30 - 12:30	9	Mª J. Fernández Figueroa	FTAA-II
367 Astronomia Observacional	1	L : X : J :	12:30 - 13:30 11:30 - 12:30 17:30-21:30	9 9 Lab				E. de Castro Rubio	FTAA-II
383 Propiedades Eléctricas de los Materiales		L : J :	12:30 - 13:30 12:30 - 14:30	3 3				M. Llamas Blasco	FA-III
384 Equilibrio y Cinética de Sólidos	1	X : V : (*) :	17:30 - 19:30 17:30 - 19:30 (*)	11 11 Lab				P. Fernández Sánchez	FM
385 Difracción y Espectroscopía en Sólidos	1	M : J : (*) :	17:30 - 19:30 17:30 - 18:30 mañana/tarde	11 11 Lab				C.R. Serna Alcaraz	FM
391 Ondas Sísmicas	0,3	L : X : (*) :	11:30 - 12:30 11:30 - 12:30 (*)	1 1 Lab	V :	11:30 - 12:30	1	D. Muñoz Sobrino	FTAA-I
393 Geomagnetismo: Campo Interno	0,5	L : J : (*) :	12:30 - 13:30 12:30 - 14:30 (*)	1 1 Lab				E. Gurría Celiméndiz	FTAA-I
395 Gravimetría	0,3	M : V : (*) :	13:30 - 14:30 12:30 - 14:30 Campo	1 1 Lab				D. Córdoba Barba	FTAA-I
400 Radiación Atmosférica		X : J :	8:30 - 9:30 8:30 - 9:30	3 3	V :	8:30 - 9:30	3	F. Valero Rodríguez	FTAA-II
401 Termodinámica de la Atmósfera		X : J :	12:30 - 14:30 11:30 - 12:30	1 1				E. Serrano Mendoza	FTAA-I
414 Control de Sistemas		L : X : (*) :	11:30 - 12:30 11:30 - 12:30 (*)	11 11 Lab	J :	11:30 - 13:30	7	J.A. López Orozco	DACyA
417 Circuitos Digitales		L : M :	8:30 - 9:30 8:30 - 9:30	7 7	X : J :	8:30 - 9:30 8:30 - 9:30	7 7	J.L. Imaña Pascual	DACyA

CUARTO CURSO. Asignaturas Optativas. SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura (Grupo)	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
350 Ampliación de Química		M : X :	13:30 - 14:30 13:30 - 14:30	1 1	J :	13:30 - 14:30	1	F. Monroy Muñoz	QF
351 Física Computacional (A)	1,5	M : J : (*) :	13:30 - 14:30 11:30 - 13:30 (*)	8 8 Lab				A. Muñoz Sudupe / A. López Maroto	FT-I
351 Física Computacional (B)	1,5	L : X : (*) :	12:30 - 14:30 12:30 - 13:30 (*)	2 2 Lab				A. Muñoz Sudupe / A. López Maroto	FT-I
352 Teoría de Grupos		X : J :	17:30 - 19:30 13:30 - 14:30	5 5				L. Abellanas Rapun	FT-II
353 Mecánica Cuántica Avanzada	0,5	X : V : (*) :	13:30 - 14:30 12:30 - 14:30 (*)	2 2 Lab				F. Ruíz Ruíz	FT-I
370 Dinámica de Fluidos		L : X :	11:30 - 12:30 11:30 - 12:30	8 8	V :	11:30 - 12:30	8	E. de Castro Rubio	FTAA-II
371 Técnicas Experimentales en Astrofísica	3	L : M :	12:30 - 13:30 17:30-21:30	8 Lab				J. Zamorano Calvo	FTAA-II
377 Ampliación de Física del Estado Sólido		M : J :	17:30 - 19:30 17:30 - 19:30	11 11				J.L. Vicent López	FM
378 Defectos en Sólidos	1	L : X : (*) :	19:30 - 20:30 17:30 - 19:30 mañana/tarde	11 11 Lab				J. Serna Alcaraz	FM
396 Prospección Geofísica Electromagnética	1	M : J : (*) :	13:30 - 14:30 11:30 - 13:30 Campo	3 3				Mª C. Hernández Lucendo	FTAA-I
403 Dinámica Atmosférica		X : J :	8:30 - 9:30 8:30 - 9:30	10 10	V :	8:30 - 9:30	10	F. Valero Rodríguez	FTAA-II
410 Física de Semiconductores		L : X :	11:30 - 13:30 11:30 - 13:30	11 11				I. Mártil de la Plaza	FA-III
412 Materiales Semiconductores		J : V :	11:30 - 12:30 11:30 - 13:30	6 6				Mª L. Lucía Mulas	FA-III
418 Laboratorio de Sistemas Digitales		L : L /J / V :	11:30 - 12:30 15:30-17:30 / 17:30-19:30 / 15:30-17:30	4 Lab				R. Santiago Montero	DACyA
424 Programación		X : J :	12:30 - 13:30 12:30 - 13:30	3 2	V :	11:30 - 12:30	3	R. Caballero Roldán	SIP

2.2.3 QUINTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

GRUPO A

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
347 Física Nuclear y de Partículas	1	M : J : (*) :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30 (*)	10 10 Lab				J.M.Gómez Gómez	FAMN
348 Electrónica I	2	M : J : J :	11:30 - 13:30 11:30 - 13:30 17:30	10 10 Lab				I. Mártil de la Plaza	FA-III

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
349 Electrónica II	3	M : J : A1-M,J / A2-L,J :	9:30 - 11:30 9:30 - 11:30 9:30-11:30 / 18:30-20:30	10 10 Lab S109				M. Sánchez Elez	DACyA

GRUPO B

PRIMER CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
347 Física Nuclear y de Partículas	1	M : J : (*) :	15:30 - 17:30 15:30 - 17:30 (*)	10 10 Lab				M. Ramón Medrano	FT-I
348 Electrónica I	2	M : J : M :	17:30 - 19:30 17:30 - 19:30 11:30	10 10 Lab				M.C. Pérez Martín	FA-III

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
349 Electrónica II	3	M : J : B1-M,J / B2-V :	15:30-17:30 15:30-17:30 15:30-17:30 / 13:30-17:30	10 10 Lab S109				S. Román Navarro	DACyA

2.4 QUINTO CURSO. Asignaturas Optativas. PRIMER CUATRIMESRE

Código Asignatura (Grupo)	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
354 Teoría Cuántica de Campos		J : V :	13:30 - 14:30 11:30 - 13:30	7 7				C. Pérez Martín	FT-I
359 Estructura Nuclear	1	L : V : (*) :	9:30 - 11:30 9:30 - 10:30 (*)	10 10 Lab				J.M. Udías Moinelo	FAMN
361 Procesos Atómicos	1	X : V : (*) :	11:30 - 13:30 10:30 - 11:30 (*)	10 10 Lab				M. Ortíz Ramis	FAMN
368 Dinámica Galáctica		L : V :	12:30 -13:30 11:30 -13:30	5 5				M. Cornide Castro-Piñeiro	FTAA-II
369 Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)		L : X :	11:30 - 12:30 9:30 - 11:30	9 9	J :	13:30 - 14:30	9	Mª J. Fernández Figueroa	FTAA-II
379 Propiedades Magnéticas de los Materiales		L : X :	17:30 - 19:30 17:30 - 18:30	10 10				A. Hernando Grande	FM
380 Técnicas de Microscopia	1	L : X : (*) :	15:30 - 17:30 15:30 - 16:30 (*)	10 10 Lab				J. Piqueras de Noriega	FM
386 Física del Laser	0,8	M : V : (*) :	8:30 - 9:30 11:30 - 13:30 (*)	8 8 Lab				J.M. Guerra Pérez	Óptica
388 Orden y Dimensionalidad en Sólidos		X : V :	8:30 - 10:30 8:30 - 9:30	10 10				J.L. Vicent López	FM
390 Oceanografía Física		L : X :	17:30 - 19:30 17:30 - 18:30	6 6				J.R. Pascual Domínguez	FTAA-I
392 Sismología	0,5	L : X : (*) :	11:30 - 12:30 11:30 - 13:30 (*)	7 7 Al				A. Udias Vallina	FTAA-I
402 Física Atmosférica		L : X :	12:30 - 13:30 9:30 - 11:30	7 7				J. L. Cano Marchante	FTAA-II
406 Física de Nubes	0,5	L : V : (*) :	11:30 - 12:30 12:30 - 14:30 (*)	6 9 Al				C. Yagüe Anguis	FTAA-I

413 Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos (A)		L : 11:30-14:30 Lab		J. M. Miranda Pantoja, J. Serna	FA-III Óptica
413 Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos (B)		L : 15:00-18:00 Lab		J. M. Miranda Pantoja, J. Serna	FA-III, Óptica
413 Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos (C)		J : 15:00-18:00 Lab		J. M. Miranda Pantoja, J. Serna	FA-III, Óptica
416 Ampliación de Sistemas de Control	1.5	L : 12:30 - 14:30 11 V : 13:30 - 14:30 11		J. M. de la Cruz García/A. López Orozco	DACyA
419 Fundamentos de Tecnología Electrónica		L : 8:30 - 9:30 6 X : 11:30 - 12:30 6	V : 11:30 - 12:30 6	A. Hernández Cachero	FA-III
421 Robótica	1,5	M : 13:30 - 14:30 6 X : 13:30 - 14:30 6 (*) : (*) Lab	J : 13:30 - 14:30 6	J.A. López Orozco	DACyA
422 Diseño y Test de Circuitos Integrados	1,5	L : 11:30 - 12:30 3 V : 9:30 - 11:30 6 4 sem (tarde) Lab		J. L. Imaña Pascual	DACyA

QUINTO CURSO. Asignaturas Optativas. SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código Asignatura (Grupo)	Cred Lab	Horarios / Aulas						Profesor	Dpto.
		Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula		
355 Radiofísica (#)	1	X: V: (*):	12:30-14:30 12:30-13:30 (*)	8 8 Lab				F. Arqueros Martínez	FAMN
356 Sistemas Fuera del Equilibrio		L: X:	11:30-13:30 10:30-11:30	10 10				R. Brito López	FA-I
358 Gravitación y Cosmología	0,5	M: J: (*):	11:30-13:30 11:30-12:30 (*)	10 10 Lab				J. Ramírez Mittelbrunn	FT-I
360 Procesos Moleculares	0,8	X: J: (*):	11:30-12:30 12:30-14:30 (*)	10 10 Lab				I. Gonzalo Fonrodona	Óptica
362 Relatividad General		M: X:	17:30-18:30 15:30-17:30	9 9				L. M. González Romero	FT-II
363 Fenómenos Colectivos	1	L: X: (*):	15:30-17:30 17:30-18:30 (*)	9 9 Lab				L. A. Fernández Pérez	FT-I
372 Estructura Interna y Evolución Estelar		L: X:	12:30-13:30 9:30-10:30	9 9	V:	9:30- 10:30	9	F.J. Gorgas García	FTAA-II
373 Astrofísica del Medio Interestelar		X: V:	10:30-11:30 11:30-13:30	9 9				J. Zamorano Calvo	FTAA-II
374 Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	1	X: J: (*):	11:30-13:30 12:30-14:30 (*)	9 9 Lab				M. Rego Fernández	FTAA-II
375 Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	3	L: L:	15:30-18:30 15:30-18:30	6 Lab				J. Gallego Maestro	FTAA-II
376 Partículas Elementales		M: J:	18:30-19:30 17:30-19:30	9 9				F. Ruíz Ruíz	FT-I
381 Propiedades Ópticas de los Materiales (A)	1	L: X: (*):	15:30-16:30 16:30-18:30 (*)	10 10 Lab				L. L. Sánchez Soto	Óptica
381 Propiedades Ópticas de los Materiales (B)	1	X: J: (*):	17:30-19:30 18:30-19:30 (*)	8 8 Lab				A. Luis Aina	Óptica
382 Propiedades Mecánicas de los Materiales	1	L: X: (*):	16:30-18:30 15:30-16:30 (*)	10 10 Lab				F.J. del Río Esteban	FM
387 Transiciones de Fase		L: X:	9:30-11:30 9:30-10:30	10 10				C. Fernández Tejero	FA-I
389 Materiales Magnéticos	1	M: J: (*):	17:30-19:30 17:30-18:30 mañana	10 10 Lab				A. Hernando Grande	FM

394 Geomagnetismo: Campo Externo	0,5	X : 12:30 - 13:30 7 J : 11:30 - 13:30 7 (*) : (*) Lab		E. Gurría Celiméndiz	FTAA-I
397 Prospección Geofísica Sismica y Gravimétrica	1	L : 12:30 - 14:30 3 X : 13:30 - 14:30 3 (*) : Campo		Mª C. Hernández Lucendo	FTAA-I
398 Geofísica Interna y Tectonofísica	0,5	M : 11:30 - 13:30 7 X : 11:30 - 12:30 7 (*) : (*) Lab		Mª L. Osete López	FTAA-I
399 Técnicas Experimentales Geofísicas	2	L : 9:30 - 12:30 9 (*) : (*) Lab		D. Muñoz Sobrino / A. Udias Vallina / E. Gurría	FTAA-I
404 Ampliación de Dinámica Atmosférica		L : 11:30 - 13:30 7 V : 11:30 - 12:30 7		E. Hernández Martín	FTAA-II
405 Física del Clima	1	M : 13:30 - 14:30 9 V : 12:30 - 14:30 7 (*) : (*) Lab		C. Yagüe Anguis	FTAA-I
407 Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	3	M : 11:30 - 13:30 9 (*) : (*) Lab/A1		E. Hernández Martín / J.L. Cano Marchante / F.	FTAA-II
408 Difusión Atmosférica		L : 9:30 - 11:30 7 V : 10:30 - 11:30 7		J.L. Cano Marchante	FTAA-II
409 Predicción Numérica	1	X : 9:30 - 11:30 7 V : 9:30 - 10:30 7 V : 12:30 A1		E. Hernández Martín	FTAA-II
411 Física de Dispositivos		M : 11:30 - 13:30 6 J : 12:30 - 13:30 6		Mª.L. Lucía Mulas	FA-III
415 Dispositivos de Instrumentación Óptica	1.5	L : 11:30 - 13:30 1 X : 11:30 - 13:30 1 (*) : (*) Lab		J. A. Quiroga Mellado /J. Serna Galan	Óptica
420 Integración de Procesos Tecnológicos		M : 13:30 - 14:30 5 X : 13:30 - 14:30 5	J : 13:30 - 14:30 2	A. Hernández Cachero	FA-III
423 Laboratorio de Sistemas Integrados	3	V : 10:30 - 11:30 6 M/J : 15:30-17:30 / 13:30-15:30 Lab		I. Pardines Lence	DACyA

CUADROS HORARIOS POR ESPECIALIDADES INTRACURRICULARES

CURSO 2003/2004

4º - 02/03 ASTROFÍSICA Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30			367.Astronomía Observacional		366. Fundament. de Astrofísica
12:30	367. Astronomía Observacional		366. Fundament. de Astrofísica		
13:30		366. Fundament. de Astrofísica			
14:30					
15:30					
16:30					
17:30				367. Astronomía Observacional ↓ 21:30	
18:30					
19:30					

4º - 02/03 ASTROFÍSICA Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	370. Dinámica Fluidos		370. Dinámica Fluidos		370. Dinámica Fluidos
12:30	371. Técnicas Exp .Astrof.				
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30		371. Técnicas Exp .Astrof. ↓ 21:30			
18:30					
19:30					

5º - 02/03 ASTROFÍSICA Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30			369. Astrofísica Estelar		
10:30					
11:30	369. Astrofísica Estelar				368. Dinámica Galáctica
12:30	368. Dinámica Galáctica				
13:30				369. Astrofísica Estelar	
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

5º - 02/03 ASTROFÍSICA Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30			372. Estruc. Int. y Evol. Estelar		372. Estruc. Int. y Evol. Estelar
10:30			373. Astrofis. Medio Interestel		
11:30			374. Astrofísica Extragaláctica.		373. Astrofis. Medio Interestel.
12:30	372. Estruc. Int. y Evol. Estelar			374. Astrofísica Extragaláctica	
13:30					
14:30					
15:30	375. Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica				
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

4º - 02/03 FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30			400. Radiación Atmosférica	400. Radiación Atmosférica	400. Radiación Atmosférica
9:30					
10:30					
11:30				401.Termodin Atmósfera	
12:30			401. Termodinámica Atmósfera		
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

4º - 02/03 FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30			403. Dinámica Atmosferica	403. Dinámica Atmosferica	403. Dinámica Atmosferica
9:30					
10:30					
11:30	370. Dinámica Fluidos		370. Dinámica Fluidos		370. Dinámica Fluidos
12:30					
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

5º - 02/03 FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30			402. Física Atmosférica		
10:30					
11:30	406. Física de Nubes				
12:30	402. Física Atmosférica				406. Física de Nubes
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30	390. Oceanografía Física		390. Oceanografía Física		
18:30					
19:30					

5º - 02/03 FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30	408. Difusión Atmosférica		409. Predicción Numérica		409. Predicción Numérica
10:30					408. Difusión Atmosférica
11:30	404. Ampliac. Dinámica Atmos.	407. Técnicas Exp. F. Atmos.			404. Ampliac. Dinámica Atmos.
12:30					405. Física del Clima
13:30		405. Física del Clima			
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

4º - 02/03 FÍSICA FUNDAMENTAL Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	364. Análisis Funcional		364. Análisis Funcional	357. Óptica Estadística	366. Fundament. Astrofísica
12:30			366. Fundament. Astrofísica		365. Geometría Dif. Avanzada
13:30	365. Geometría Dif. Avanzada	366. Fundament. Astrofísica	357. Óptica Estadística		
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

4º - 02/03 FÍSICA FUNDAMENTAL Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	370. Dinámica Fluidos		370. Dinámica Fluidos	351. Física Computacional GRUPO A	370. Dinámica Fluidos
12:30	351. Física Computacional GRUPO B		351. Fís.Comput. GRUPO B		353. M. Cuántica Avanzada
13:30		351. Fís.Comput. GRUPO A	353. M. Cuántica Avanzada	352. Teoría de Grupos	
14:30					
15:30					
16:30					
17:30		377. Ampliación Fís.Est.Sólido	352. Teoría de Grupos	377. Ampliación Fís.Est.Sólido	
18:30					
19:30					

5º - 02/03 FÍSICA FUNDAMENTAL Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30			388. Orden y Dimensionalidad en Sólidos		388. Orden y Dimens. Sólid.
9:30	359. Estructura Nuclear				359. Estructura Nuclear
10:30					361. Procesos Atómicos
11:30			361. Procesos Atómicos		354 Teoría Cuánt.Campos
12:30					
13:30				354. Teoría Cuánt.Campos	
14:30					
15:30					
16:30					
17:30	379. Prop. Magnét.Mater.		379. Prop. Magnét. Mater.		
18:30					
19:30					

5º - 02/03 FÍSICA FUNDAMENTAL Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30	387.Transiciones de Fase		387.Transiciones de Fase		
10:30			356. Sist. Fuera Equil.		
11:30	356. Sistemas Fuera de Equilibrio	358.Gravitación y Cosmología	360. Procesos Moleculares	358.Gravitación y Cosmología	
12:30			355. Radiofísica	360. Procesos Moleculares	355. Radiofísica
13:30					
14:30					
15:30	363. Fenómenos Colectivos		362. Relatividad General		
16:30					
17:30		362. Relatividad General	363. Fenómenos Colectivos	376.Partículas Element.	
18:30		376.Partículas Element.			
19:30					

4º - 02/03 GEOFÍSICA Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	391. Ondas Sísmicas		391. Ondas Sísmicas		391. Ondas Sísmicas
12:30	393. Geomag. C.Interno			393. Geomag. C.Interno	395. Gravimetría
13:30		395. Gravimetría			
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

4º - 02/03 GEOFÍSICA Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30				396 Prospec. Geofís.Elec.	
12:30					
13:30		396. Prospec Geofís.Elec.			
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

5º - 02/03 GEOFÍSICA Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	392. Sismología		392. Sismología		
12:30					
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30	390. Oceanografía Física		390. Oceanografía Física		
18:30					
19:30					

5º - 02/03 GEOFÍSICA Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30	399. Técnicas Experimentales en Geofisica				
10:30					
11:30		398. Geofísica Interna Tectono.	398. Geofísica Interna Tecton.	394. Geomagnetismo: Campo Ext.	
12:30	397. Prosp.G.Sísmica		394.Geomag. Campo Ext.		
13:30			397. Prosp.G.Sísmica		
14:30					
15:30					
16:30					
17:30				.	
18:30					
19:30					

4º - 02/03 FÍSICA DE MATERIALES Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30					
12:30	383. Prop. Eléctric. Mater.			383. Prop. Eléctric. Mater.	
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30		385. Difrac. y Espectr .Sólidos	384. Equil. y Cinética Sólidos	385. Difrac. y Espectr. Sólidos	384. Equil. y Cinética Sólidos
18:30					
19:30					

4º - 02/03 FÍSICA DE MATERIALES Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	410. Física de Semiconductores		410. Física de Semiconductores	412. Materiales Semiconductores	412. Materiales Semiconductores
12:30					
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30		377. Ampliación Fís. Est. Sólido	378. Defectos en Sólidos	377. Ampliación Fís. Est. Sólido	
18:30					
19:30	378. Defectos en Sólidos				

5º - 02/03 FÍSICA DE MATERIALES Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30		386. Física del Láser	388. Orden y Dimensionalidad en Sólidos		388. Orden y Dimens.Sólid.
9:30					
10:30					
11:30					386.Física del Láser
12:30					
13:30					
14:30					
15:30	380. Técnicas de Microscopía		380. Técnicas Microscop.		
16:30					
17:30	379. Propiedades Magnét.Mater		379. Prop. Magnét.Mater.		
18:30					
19:30					

5º - 02/03 FÍSICA DE MATERIALES Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30					
12:30					
13:30		350. Ampliación Química	350. Ampliación Química	350. Ampliación Química	
14:30					
15:30	381. P. O. M. (A)		382.Propiedades Mecánic Mater.		
16:30	382.Propiedades Mecánic Mater.		381. P.O.M. (A) / 381. P.O.M. (B)		
17:30		389. Materiales Magnéticos		389. Materiales magnéticos	
18:30				381. P. O. M. (B)	
19:30					

4º - 02/03 DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30	417. Circuitos Digitales	417. Circuitos Digitales	417. Circuitos Digitales	417. Circuitos Digitales	
9:30					
10:30					
11:30	414. Control de Sistemas		414. Control sistemas	414. Control de Sistemas	
12:30	383. Prop. Eléctr. Materiales			383. P. E. M. / 414. C.S	
13:30				383. Prop. Eléctr. Materiales	
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

4º - 02/03 DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30	418. Lab. de Sist. Digitales			351. Física Computacional A	424. Programación
12:30	351. F. C. B		351. F. C. B / 424. Progra.	424. Progr. / 351. F. C. A	
13:30	351. Física Computacional B	351. Física Computacional A			
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

5º - 02/03 DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V	
8:30	419.Fun.Tec.El	386.Fís Láser				
9:30					422. Diseño Test Circuitos Integrados	
10:30						
11:30	422. Diseño y Test C.I.		419. F. Tec. El.		321. F. T. E.	386. Física Laser
12:30	416. Ampliación Sistemas Control		.			
13:30		421. Robótica	421. Robótica	421. Robótica	416. Ampliación Sistemas Control	
14:30						
15:30	380. Técnicas de Microscopía		380. Técnicas Microscop.			
16:30						
17:30						
18:30						
19:30						

5º - 02/03 DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL Segundo Cuatrimestre

	L	M	X		J	V
8:30						
9:30						
10:30						
11:30	415. Disp. Instrum. Óptica	411. Física Dispositivos	415. Disp. Instrum. Óptica		411. Física Dispositivos	
12:30						
13:30	423. Lab. Sistem Integ.	420. Integr.Proc.Te	420. Integr.Proc.Te		422. Integr.Proc.Te	
14:30						
15:30	381. Prop. Ópticas Mater (A)		382. Propiedades Mecánicas Mater.			
16:30	382. Propiedades Mecánicas Materiales		381. P.O.M. (A)			
17:30		389. Materiales Magnéticos		381. P. O. M. (B)	389. Materiales magnéticos	
18:30					381. P.O.M. (B)	
19:30						

4. CALENDARIO DE EXÁMENES

CURSO 2002/2003

Primer Curso. Asignaturas Troncales y Obligatorias

300	Cálculo I	29-ene	9:30	13-sep	9:30
300	Cálculo I (F)	31-may	9:30	13-sep	9:30
301	Cálculo II	04-jun	9:30	17-sep	15:30
302	Álgebra Lineal	11-feb	15:30	06-sep	9:30
302	Álgebra Lineal (F)	17-jun	9:30	06-sep	9:30
303	Fundamentos de Física: Dinámica y Calor	04-feb	9:30	15-sep	15:30
304	Fundamentos de Física: Campos y Ondas	22-jun	9:30	01-sep	9:30
306	Laboratorio de Física	01-jun	15:30	20-sep	15:30
307	Estadística	9-jun	9:30	08-sep	15:30
305	Química	09-feb	9:30	10-sep	15:30
308	Introducción al Cálculo Numérico y Programación	16-jun	15:30	03-sep	9:30

Segundo Curso. Asignaturas Troncales

309	Ecuaciones Diferenciales I	10-feb	9:30	20-sep	9:30
310	Ecuaciones Diferenciales II	01-jun	9:30	07-sep	15:30
311	Electromagnetismo I	14-jun	15:30	15-sep	9:30
312	Mecánica y Ondas I	13-feb	9:30	02-sep	15:30
313	Óptica I	18-jun	9:30	16-sep	9:30
314	Termodinámica I	03-feb	9:30	10-sep	9:30
314	Termodinámica I (E)	25-jun	9:30	10-sep	9:30
315	Técnicas Experimentales en Física I	26-ene	15:30	03-sep	15:30
316	Técnicas Experimentales en Física II	10-jun	15:30	13-sep	15:30

Tercer Curso. Asignaturas Troncales

317	Electromagnetismo II	26-ene	9:30	17-sep	9:30
318	Mecánica y Ondas II	11-feb	9:30	06-sep	15:30
319	Óptica II	11-jun	9:30	14-sep	9:30
320	Termodinámica II	04-jun	15:30	01-sep	15:30
321	Técnicas Experimentales en Física III	30-ene	15:30	20-sep	15:30
322	Técnicas Experimentales en Física IV	25-jun	15:30	10-sep	15:30
323	Física Cuántica I	06-feb	9:30	03-sep	9:30
324	Física Cuántica II	21-jun	9:30	08-sep	9:30

Primer Ciclo. Asignaturas Optativa

325	Biofísica	03-feb	15:30	09-sep	15:30
326	Física de la Atmósfera	24-jun	9:30	22-sep	9:30
327	Física de la Tierra	29-ene	15:30	16-sep	15:30
328	Geometría Diferencial Clásica	23-jun	9:30	14-sep	15:30
329	Astrofísica	03-jun	9:30	09-sep	9:30
330	Física de Materiales	30-ene	9:30	23-sep	9:30
331	Estructura del Espacio-Tiempo	02-jun	9:30	07-sep	9:30
332	Variable Compleja	05-feb	9:30	21-sep	15:30
333	Métodos Numéricos y Análisis de Señales	07-jun	9:30	08-sep	15:30
334	Elementos de Geología	09-feb	15:30	22-sep	15:30
335	Elementos de Biología	12-feb	9:30	15-sep	15:30
336	Sistemas Lineales	24-jun	9:30	21-sep	9:30
337	Historia y Metodología de la Física	16-jun	9:30	02-sep	9:30
338	Fundamentos de Computadores	02-jun	15:30	01-sep	9:30
339	Fundamentos de Programación	12-feb	15:30	09-sep	15:30
340	Transmisión de Datos	11-jun	15:30	23-sep	9:30

Cuarto curso. Asignaturas Troncales y Obligatorias

341	Física Estadística	14-jun	9:30	06-sep	9:30
342	Mecánica Cuántica	02-feb	9:30	03-sep	15:30
343	Mecánica Teórica	30-ene	15:30	23-sep	9:30
344	Electrodinámica Clásica	10-jun	9:30	13-sep	9:30
345	Física del Estado Sólido	09-feb	15:30	10-sep	9:30
346	Física Atómica y Molecular	21-jun	9:30	20-sep	15:30

Quinto Curso. Asignaturas Troncales

347	Física Nuclear y de Partículas	10-feb	15:30	08-sep	9:30
348	Electrónica I	03-feb	15:30	01-sep	9:30
349	Electrónica II	26-jun	9:30	15-sep	9:30

Cuarto Curso. Asignaturas Optativas

350	Ampliación de Química	07-jun	9:30	14-sep	9:30
351	Física Computacional	01-jun	9:30	15-sep	15:30
352	Teoría de Grupos	03-jun	15:30	08-sep	15:30
353	Mecánica Cuántica Avanzada	17-jun	15:30	16-sep	9:30
357	Óptica Estadística	29-ene	9:30	01-sep	15:30
364	Análisis Funcional	26-ene	9:30	22-sep	15:30
365	Geometría Diferencial Avanzada	05-feb	15:30	07-sep	15:30
366	Fundamentos de Astrofísica	04-feb	15:30	09-sep	15:30
367	Astronomia Observacional	11-feb	15:30	21-sep	15:30
370	Dinámica de Fluidos	23-jun	15:30	22-sep	9:30
371	Técnicas Experimentales en Astrofísica	17-jun	9:30	08-sep	15:30
377	Ampliación de Física del Estado Sólido	25-jun	9:30	02-sep	9:30
378	Defectos en Sólidos	03-jun	9:30	16-sep	9:30
383	Propiedades Eléctricas de los Materiales	04-feb	15:30	07-sep	15:30
384	Equilibrio y Cinética de Sólidos	11-feb	15:30	22-sep	15:30
385	Difracción y Espectroscopía en Sólidos	26-ene	15:30	21-sep	9:30
391	Ondas Sísmicas	26-ene	15:30	16-sep	15:30
393	Geomagnetismo: Campo Interno	13-feb	9:30	21-sep	9:30
395	Gravimetría	27-ene	9:30	08-sep	15:30
396	Prospección Geofísica Electromagnética	17-jun	15:30	09-sep	15:30
400	Radiación Atmosférica	29-ene	9:30	07-sep	15:30
401	Termodinámica de la Atmósfera	05-feb	9:30	09-sep	9:30
403	Dinámica Atmosférica	04-jun	9:30	16-sep	9:30
410	Física de Semiconductores	17-jun	9:30	08-sep	15:30
412	Materiales Semiconductores	18-jun	9:30	21-sep	15:30
414	Control de Sistemas	05-feb	15:30	14-sep	9:30
417	Circuitos Digitales	13-feb	15:30	09-sep	9:30
418	Laboratorio de Sistemas Digitales	01-jun	15:30	10-sep	15:30
424	Programación	07-jun	9:30	01-sep	9:30

Quinto Curso. Asignaturas Optativas

354	Teoría Cuántica de Campos	30-ene	15:30	20-sep	9:30
355	Radiofísica	24-jun	9:30	23-sep	9:30
356	Sistemas Fuera del Equilibrio	16-jun	9:30	23-sep	9:30
358	Gravitación y Cosmología	11-jun	15:30	21-sep	9:30
359	Estructura Nuclear	13-feb	9:30	03-sep	15:30
360	Procesos Moleculares	25-jun	9:30	16-sep	15:30
361	Procesos Atómicos	26-ene	9:30	07-sep	9:30
362	Relatividad General	02-jun	15:30	06-sep	15:30
363	Fenómenos Colectivos	07-jun	9:30	13-sep	15:30
368	Dinámica Galáctica	30-ene	9:30	20-sep	9:30
369	Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)	06-feb	9:30	17-sep	9:30
372	Estructura Interna y Evolución Estelar	22-jun	15:30	07-sep	9:30
373	Astrofísica del Medio Interestelar	15-jun	9:30	14-sep	15:30
374	Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	04-jun	15:30	13-sep	15:30
375	Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	07-jun	9:30	10-sep	15:30
376	Partículas Elementales	15-jun	15:30	14-sep	9:30
379	Propiedades Magnéticas de los Materiales	06-feb	9:30	17-sep	9:30
380	Técnicas de Microscopia	12-feb	9:30	22-sep	9:30
381	Propiedades Ópticas de los Materiales	02-jun	9:30	20-sep	9:30
382	Propiedades Mecánicas de los Materiales	11-jun	15:30	14-sep	15:30
386	Física del Laser	29-ene	15:30	09-sep	15:30
387	Transiciones de Fase	22-jun	15:30	10-sep	15:30
388	Orden y Dimensionalidad en Sólidos	05-feb	9:30	09-sep	9:30
389	Materiales Magnéticos	15-jun	9:30	03-sep	15:30
390	Oceanografía Física	05-feb	15:30	13-sep	15:30
392	Sismología	30-ene	9:30	14-sep	9:30
394	Geomagnetismo: Campo Externo	05-jun	9:30	02-sep	9:30
397	Prospección Geofísica Sismica y Gravimétrica	07-jun	15:30	06-sep	15:30
398	Geofísica Interna y Tectonofísica	16-jun	9:30	10-sep	15:30
399	Técnicas Experimentales Geofísicas	22-jun	9:30	07-sep	9:30
402	Física Atmosférica	06-feb	15:30	22-sep	15:30
404	Ampliación de Dinámica Atmosférica	15-jun	9:30	02-sep	15:30
405	Física del Clima	01-jun	9:30	24-sep	9:30
406	Física de Nubes	12-feb	15:30	06-sep	15:30
407	Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	02-jun	9:30	17-sep	9:30
408	Difusión Atmosférica	11-jun	9:30	03-sep	15:30
409	Predicción Numérica	22-jun	15:30	20-sep	9:30
411	Física de Dispositivos	14-jun	9:30	06-sep	15:30
413	Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos	30-ene	9:30	22-sep	15:30
415	Dispositivos de Instrumentación Óptica	07-jun	15:30	02-sep	15:30
419	Fundamentos de Tecnología Electrónica	05-feb	9:30	17-sep	9:30
420	Integración de Procesos Tecnológicos	15-jun	9:30	21-sep	9:30
421	Robótica	11-feb	9:30	06-sep	9:30
422	Diseño y Test de Circuitos Integrados	09-feb	9:30	17-sep	9:30
423	Laboratorio de Sistemas Integrados	23-jun	9:30	07-sep	9:30

5. PROGRAMAS

LICENCIATURA EN FÍSICA

CURSO 2003/2004

300. CÁLCULO I

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 7,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**CO6**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**301,308,309,310**

PROGRAMA:

1. El número real.
Números naturales, enteros y racionales.
El conjunto R.

2. Sucesiones y series de números reales.
Límites de sucesiones.
Series. Criterios de convergencia.

3. Funciones de variable real.
Límites.
Continuidad.

4. Derivación en R.
Definición y cálculo.
Teoremas sobre funciones derivables.
Representación de funciones.
Polinomios de Taylor.
Series de potencias.
Cálculo de límites indeterminados.
Cálculo de límites indeterminados.

5. Integración en R.
Integral de Riemann.
Teoremas fundamentales del Cálculo.
Cálculo de primitivas.
Integrales impropias.

6. Introducción a la variable compleja.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Spivak, M. Cálculo Infinitesimal, 2ª ed., Reverté 1996.
2. Stein, S.K. Cálculo y Geometría Analítica, 3ª ed., McGraw-Hill, 1984.
3. Lang, S. Cálculo, Fondo Educativo Interamericano, 1976.

EVALUACIÓN:

Examen escrito con ejercicios relativos al temario.

301. CÁLCULO II

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 2^{or} **Carácter:** Troncal

Créditos: 7,5

PROGRAMA:

Bloque 1: Cálculo diferencial
1.1 Funciones con valores reales: gráficas y curvas de nivel
1.2 Límites y continuidad
1.3 Derivadas parciales y diferenciabilidad

Bloque 2: Funciones con valores vectoriales
2.1 Trayectorias, velocidad, aceleración
2.2 Longitud de arco
2.3 Campos vectoriales. Divergencia y rotacional
2.4 Cálculo diferencial vectorial

Bloque 3: Máximos y mínimos
3.1 Derivadas de orden superior. Teorema de Taylor
3.2 Extremo de funciones con valores reales
3.3 Extremos restringidos: multiplicadores de Lagrange

Bloque 4: Integrales dobles
4.1 Integral doble sobre un rectángulo
4.2 Integral doble sobre recintos más generales

Bloque 5: Integrales triples y cambio de variables
5.1 Integrales triples
5.2 Funciones de R^2 a R^2
5.3 Cambio de variables

Bloque 6: Integración sobre curvas y superficies
6.1 Integral de una función (escalar o vectorial) sobre una curva
6.2 Superficies parametrizadas. Area de una superficie
6.3 Integral de una función (escalar o vectorial) sobre una superficie

Bloque 7: Teoremas del cálculo vectorial
7.1 Teorema de Green
7.2 Teorema de Gauss en el plano
7.3 Teorema de Stokes
7.4 Campos conservativos
7.5 Teorema de Gauss

TEXTOS RECOMENDADOS:

J. Marsden and A. Tromba: *Cálculo vectorial*. Addison-Wesley, 1991.

R. Larson, R. Hostetler and B. Edwards: *Cálculo*. Vol. 2. McGraw-Hill, 1995.

302. ÁLGEBRA LINEAL

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal
Créditos: 7,5

PROGRAMA:

1. PRELIMINARES: Leyes de composición. Grupos, anillos y cuerpos. Definición y propiedades algebraicas del cuerpo de los números complejos. Módulo y argumento. Fórmula de De Moivre. Raíces. Conjugación. La exponencial compleja. Teorema fundamental del álgebra. Factorización de polinomios. Matrices. Matriz traspuesta. Suma de matrices, producto por un escalar y producto de matrices. Matriz inversa. Operaciones con matrices por bloques.

2. ESPACIOS VECTORIALES: Definición y ejemplos de espacio vectorial. Combinaciones lineales. Subespacios. Subespacio generado por un conjunto de vectores. Intersección y suma de subespacios. Dependencia e independencia lineal. Operaciones elementales. Bases. Dimensión Coordenadas. Cambio de base. Fórmula de Grassmann. Suma directa de subespacios.

3. APLICACIONES LINEALES, MATRICES Y DETERMINANTES: Definición y propiedades elementales de las aplicaciones lineales. Núcleo e imagen de una aplicación lineal. Aplicaciones lineales inyectivas, suprayectivas y biyectivas. Matriz de una aplicación lineal. Cambio de bases. El grupo de permutaciones. Formas lineales. Espacio vectorial dual. Base dual. Formas multilineales alternadas. Determinantes.

4. VALORES Y VECTORES PROPIOS: Valores y vectores propios. Polinomio característico. Subespacios propios. Multiplicidades algebraica y geométrica. Diagonalización. Subespacios invariantes. Diagonalización . Subespacios invariantes. Diagonalización por bloques. Forma canónica de Jordan. Teorema de Hamilton-Cayley. Polinomio mínimo.

5. PRODUCTO ESCALAR: Producto escalar. Norma. Distancia. Identidad del paralelogramo. Polarización. Desigualdad de Cauchy-Schwarz. Desigualdad triangular. Expresión del producto escalar en una base. Cambio de base. Ortogonalidad. Bases ortonormales. Método de Gram-Schmidt. Teorema de la proyección ortogonal. Proyectores. Teorema de Riesz. Componentes contravariantes y covariantes de un vector en un espacio con producto escalar.

6. APLICACIONES LINEALES ENTRE ESPACIOS CON PRODUCTO ESCALAR: Adjunto de un operador lineal. Operadores normales. Diagonalización de operadores normales. Diagonalización simultánea de operadores normales que conmutan. Operadores unitarios. El grupo unitario. Operadores autoadjuntos. Principio de mínimo-máximo. Complejificación de un espacio vectorial real. Operadores ortogonales. El grupo ortogonal. Funciones de operadores.

7. FORMAS BILINEALES Y CUADRÁTICAS: Formas bilineales y cuadráticas en espacios reales. Representación matricial. Cambio de base. Reducción a suma de cuadrados. Ley de inercia. Reducción simultánea de dos formas cuadráticas a suma de cuadrados. Operadores que conservan una forma bilineal no degenerada. Curvas de segundo grado.

TEXTOS RECOMENDADOS:
Juan de Burgos, *Álgebra lineal*, McGraw-Hill, Madrid (1993).
Kenneth Hoffman y Ray Kunze, *Álgebra lineal*, Prentice-Hall, Madrid (1981).
Jesús Rojo, *Álgebra Lineal*, McGraw-Hill, Madrid (2001).
Jesús Rojo e Isabel Martín, *Ejercicios y Problemas de Álgebra Lineal*, McGraw-Hill, Madrid (1994).

EVALUACIÓN: Examen escrito

303. FUNDAMENTOS DE FÍSICA I: DINÁMICA Y CALOR

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Obligatoria

Créditos: 7,5

PROGRAMA:

1. Magnitudes físicas y sus unidades. **Magnitudes fundamentales y derivadas. Dimensiones. Sistemas de unidades. Patrones. Modelos físicos y modelos teóricos. El experimento y la medida. Papel de las matemáticas. Las cosas que hay en el mundo: escalas de distancia, de tiempo y de complejidad. Estructura de la materia.**
2. Cinemática en una y en varias dimensiones. **Velocidad y aceleración. Componentes intrínsecos de la velocidad y la aceleración. Movimientos rectilíneo y circular.**
3. Las leyes de Newton. **Inercia y primera ley. Fuerza, masa y segunda ley. Masa y peso. Tercera ley y momento lineal. Dinámica de una partícula en varias dimensiones. Momento angular y momento de fuerza. Ecuación del momento angular. Aplicaciones de las leyes de Newton.**
4. Trabajo y energía. **Trabajo. Energías cinética y potencial. Fuerzas conservativas y conservación de la energía total de una partícula. Fuerzas disipativas. El rozamiento.**
5. Gravedad y movimiento planetario**. Leyes de Kepler. Teoría de la gravitación de Newton. Segunda ley de Kepler y ley de las áreas. Tercera ley de Kepler en forma de Newton. Órbitas de los planetas. Campo gravitatorio. Teorema de Gauss. Principio de equivalencia.**
6. Oscilaciones. **Cinemática del oscilador armónico. Fuerza y Energía. Solución de la ecuación del movimiento. El péndulo simple. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones forzadas: resonancia. Composición de movimientos armónicos.**
7. Sistemas de partículas. **Centro de masas y momento lineal total. Separación del movimiento del centro de masas. Teoremas sobre la energía, el momento lineal y el momento angular. Colisiones y desintegraciones.**
8. El sólido en rotación. **El sólido rígido. Momento de inercia. Ecuaciones de la rotación de un sólido en torno a un eje.**
9. Elasticidad y fluidos. **Esfuerzo y deformación. Ley de Hooke. Tensión superficial. Ecuación de Bernoulli. Viscosidad.**
10. Teoría de la relatividad. **Principios de relatividad de Galileo y de Einstein. Experimento de Michelson-Morley. Las transformaciones de Galileo y de Lorentz. Dinámica relativista. Masa y energía.**
11. Calor y temperatura. **La temperatura y sus escalas. Gases ideales. Calor, trabajo y energía interna. Primer principio de la termodinámica. Segundo principio: entropía. Procesos termodinámicos.**

TEXTOS RECOMENDADOS:

- **M. Alonso y E. J. Finn, *Física* (Addison-Wesley Iberoamericana)**
- **S.M. Lea y J.R. Burke, *La Naturaleza de las cosas,* (Paraninfo, 2001)**
- **Sears y Young, *Física universitaria* (Pearson Educación, Madrid,)**
- **R. A. Serway, *Física*, 1er vol. (McGraw-Hill, Madrid, 2001)**
- **P. A. Tipler, *Física*, 1er vol., 4ª ed. (Reverté, Barcelona, 2000)**

304. FUNDAMENTOS DE FÍSICA II: CAMPOS Y ONDAS

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Obligatoria

Créditos: 7,5

PROGRAMA:

1. **Campo eléctrico**
   Carga eléctrica. Conductores y aislantes. Ley de Coulomb. Concepto de campo eléctrico. Principio de superposición. Líneas de campo. Dipolo eléctrico: momento dipolar. Ley de Gauss y sus aplicaciones. Campos y cargas en materiales conductores. Energía potencial y potencial eléctrico. Superficies equipotenciales. Gradiente de potencial. Cálculo de potenciales en conductores cargados. Condensadores. Concepto de capacidad. Agrupación de condensadores. Energía en un condensador. Dieléctricos: polarización eléctrica **P**. Modelos moleculares de dieléctricos. Corriente eléctrica: intensidad. Resistencia eléctrica: ley de Ohm. Fuerza electromotriz. Energía y potencia disipadas en un circuito.
2. **Campo magnético**
   Magnetismo. Campo magnético: fuerza de Lorentz. Líneas de campo y flujo magnético. Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos. Fuerza sobre una corriente. Campo magnético creado por una corriente. Magnetismo y relatividad. Campo magnético creado por una espira circular: dipolo magnético y momento dipolar. Ley de Ampère: aplicaciones. Efecto Hall. La imanación de la materia: materiales magnéticos. Imanación magnética **M**.
3. **Campos electromagnéticos**
   Inducción electromagnética: ley de Faraday. Fuerza electromotriz inducida por movimiento. Campo eléctrico inducido. Autoinducción. Inductancia mutua. Energía del campo magnético. Fuerza electromotriz alterna. Transformadores. El circuito LRC. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell.
4. **Ondas: generalidades**
   Tipos de ondas. Ondas mecánicas. Ondas periódicas y pulsos. Velocidad de propagación. Energía e intensidad de una onda. Condiciones de frontera en una cuerda: reflexión y transmisión. Ondas estacionarias. Modos normales. Interferencias de ondas. Pulsaciones. Una onda de especial interés: el sonido. Efecto Doppler.
5. **Ondas electromagnéticas**
   Radiación de ondas electromagnéticas. Ecuación de ondas para campos electromagnéticos. Ondas planas. Ondas armónicas. Espectro electromagnético. Energía y momento de una onda electromagnética. Ondas electromagnéticas en medios materiales. Dispersión. Indice de refracción. Reflexión y refracción. Polarización. La óptica geométrica como límite: rayos y frentes de onda. Principio de Fermat. Interferencias de ondas: concepto de coherencia. Concepto de difracción. Difracción de Fraunhofer por una rendija. Poder de resolución. Difracción por dos rendijas.
6. **Física cuántica**
   Emisión y absorción de luz. Efecto fotoeléctrico. Fotones. Efecto Compton. Espectros de líneas y niveles de energía discretos. Modelo atómico de Bohr. Ondas asociadas a partículas: longitud de onda de De Broglie. Dualidad onda-partícula. Difracción Principio de indeterminación de Heisenberg. Atomos, moléculas y materia condensada. El núcleo atómico. Radiactividad natural. Estabilidad de los núcleos. Fisión y fusión nuclear. Partículas elementales. El universo: estructura y evolución.

Textos básicos (por orden alfabético):

TEXTOS RECOMENDADOS:

- **M. Alonso y E. J. Finn, *Física* (Addison-Wesley Iberoamericana)**
- **S.M. Lea y J.R. Burke, *La Naturaleza de las cosas,* (Paraninfo, 2001)**
- **Sears y Young, *Física universitaria* (Pearson Educación, Madrid,)**
- **R. A. Serway, *Física*, 1er vol. (McGraw-Hill, Madrid, 2001)**
- **P. A. Tipler, *Física*, 1er vol., 4ª ed. (Reverté, Barcelona, 2000)**

305. QUÍMICA

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Obligatoria

Créditos: 7,5

PROGRAMA:

1 **Propiedades de la materia**. Objetivo y estudio de la química. La química como ciencia experimental cuantitativa. Materia y su clasificación. Elementos y compuestos. Transformaciones físicas y químicas. Masas atómicas. Leyes fundamentales de la química. Conceptos de mol y volumen molar. Constante de Avogadro. Nomenclatura y formulación de los compuestos químicos. Determinación de fórmulas químicas.

2 **Las reacciones químicas**. Reacciones químicas y ecuación química. Estequiometría. Reacciones químicas en disolución. Cálculo de concentraciones. Determinación del reactivo limitante. Los gases en las reacciones químicas. Reacciones de precipitación. Reacciones ácido-base. Procesos de oxidación-reducción. Ajuste de las ecuaciones de oxidación-reducción. Estequiometría de las reacciones en disolución acuosa y valoraciones.

3 **Cinética química**. Velocidad de reacción: factores que modifican la velocidad de reacción. Órdenes de reacción y molecularidad. Ecuaciones integradas de velocidad. Ecuación de Arrhenius. Mecanismos de reacción.

4 **Fundamentos del equilibrio químico**. Energía Gibbs y equilibrio químico. Modificación de las condiciones de equilibrio: principio de Le Châtelier. Relación entre energía Gibbs y constante de equilibrio. Variación de la constante de equilibrio con la temperatura: ecuación de Vant´Hoff.

5 **Equilibrio químico en disolución.** Concepto de ácidos y bases. Teorías de Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis. Fuerza de ácidos y bases. Autoionización de agua. Escala de pH. Ácidos y bases débiles. Hidrólisis. Disoluciones reguladoras. Indicadores ácido-base. Valoraciones. Solubilidad y precipitación. Producto de solubilidad. Efecto del ion común y efecto salino. Precipitación fraccionada. Disolución de precipitados y formación de iones complejos.

6 **Electroquímica.** Células electroquímicas. Tipos de electrodos. Células galvánicas. Potenciales de electrodo y su medida. Fuerza electromotriz. Potenciales estándar de electrodo. Ecuación de Nernst. Relación entre el potencial de célula y la constante de equilibrio. Baterías. Células de combustible. Corrosión. Electrólisis.

7 **Estructura atómica.** Mecánica cuántica: ecuación de Schrödinger. El átomo de hidrógeno. Números cuánticos y orbitales atómicos. Átomos polielectrónicos. Configuración electrónica. La tabla periódica. Propiedades periódicas.

8 **Enlace químico.** Tipos de enlace. Enlace iónico. Energía reticular. Ciclo de Born-Haber. Propiedades de los sólidos iónicos. Estructuras cristalinas. Enlace covalente. Polaridad de los enlaces. Electronegatividad. Hibridación. Resonancia. Enlace metálico. Fuerzas intermoleculares.

9 **Química orgánica.** Introducción a los compuestos orgánicos y sus estructuras. Alcanos, alquenos y alquinos. Hidrocarburos aromáticos. Tipos de reacciones en química orgánica: sustitución, adición y eliminación. Halogenuros de alquilo. Alcoholes, fenoles y éteres. Aldehídos y cetonas. Ácidos carboxilicos, ésteres, amidas y aminas.

10 **Macromoléculas.** Polímeros y biomoléculas. Síntesis de polímeros: polimerización radical y por condensación. Ácidos nucleicos. Proteínas. Hidratos de carbono. Lípidos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. B.M. Mahan Y R.J. Myers, Química. Curso Universitario (4ª edición). Addison-Wesley Iberoamericana. Menlo Park, 1990
2. R. Chang, Química (6ª edición). McGraw-Hill Interamericana de México, México, 1999
3. R.H. Petrucci, W.S. Harwood y F.G. Herring, Química General (8ª edición). Prentice Hall. Madrid, 2002 .
4. K.Whitten, R.E. Davis y M.L. Peck, Química General (5ª edición). McGraw-Hill Interamericana de España. Madrid, 1998.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

El examen constará de una serie de preguntas teóricas así como de varios problemas. El 70% de la nota de dicho examen provendrá de las cuestiones teóricas mientras que el 30% restante lo hará de los problemas.

306. LABORATORIO DE FÍSICA

Curso: 1º **Cuatrimestre:** anual **Carácter:** Obligatoria

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**315,316,321,322**

PROGRAMA DE LAS CLASES TEÓRICAS :

1. Introducción a la experimentación. Medida de magnitudes físicas. Tipos de medida. Instrumentos de medida y adquisición de datos. Fases en el desarrollo de un experimento.
2. Tratamiento de datos experimentales : Incertidumbres. Análisis estadístico. Representación gráfica. Ajustes.
3. Aplicaciones y ejemplos. Determinación de constantes físicas. Otras experiencias.

TEXTOS RECOMENDADOS :

- Análisis de errores. C. Sánchez del Río. Ed. Eudema Universidad.
- Experimental Methods. An introduction to the analysis of Data. L. Kirkup. Ed .J. Wiley & Sons
- Practical Physiscs, G.L. Squires. Ed. Cambridge University Press.

EVALUACIÓN :

Se efectuará teniendo en cuenta :
- Desarrollo de las experiencias de laboratorio. (La asistencia a las prácticas es condición necesaria para aprobar la asignatura).
- Examen escrito teórico y práctico.

307. ESTADÍSTICA

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Obligatoria

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**315,316,320,321,341**

Créditos: 6

PROGRAMA:

ESTADISTICA DESCRIPTIVA
- Variables estadísticas Distribuci\'on de frecuencia.
Representaciones gráficas.
- Medidas de cetralización. Medidas de dispersión
  Asimetría y curtosis.
- Variables estadísticas bidimensionales.

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD
- Leyes de probabilidad
- Variables aleatorias
- Distribuciones discretas de probabilidad.
- Distribuciones continuas de probabilidad.

INFERENCIA ESTADISTICA
- Teoria elemental de muestreo.
- Estimación de parametros. Estimación puntual y por intervalos.

CONTRASTE DE HIPOTESIS
- Tipos de hipótesis. Nivel de significación
- Contrastes clásicos
- Aplicaciones de la χ^2 de Pearson.
- Análisis de varianza.

REGRESION LINEAL
- Regresión lineal simple. Correlación.
- Inferencia acerca de los coeficientes de regresión.
- Regresión lineal múltiple.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Curso y ejercicios de estadística, Quesada, Isidoro \& López, Alhambra 1988.
- Probabilidad y Estadística, Walpole \& Myers, McGraw-Hill 1992
- Probabilidad y Estadística, Spiegel, McGraw-Hill 1991.
- Métodos Estadísticos, Viedma, Ediciones del Castillo 1990.

EVALUACION:

Examen fundamentalmente práctico, donde se le plantearan al alumno problemas de aplicación de los conocimientos adquiridos. El examen será común para todos los grupos. La asistencia a las prácticas es condición necesaria para la presentación al examen escrito.

308. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN

Curso: 1º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Obligatoria

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**339,336,333**

PROGRAMA:

1. Introducción a la programación.
2. Aritmética del computador.
3. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones.
4. Resolución numérica de ecuaciones.
5. Aproximación de funciones por polinomios.
6. El problema del ajuste.
7. Diferenciación numérica.
8. Integración numérica

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Martín I. y Pérez V. (1998). Cálculo Numérico para Computación en Ciencia e Ingeniería. *Ed. Síntesis.*
- Kincaid D. y Cheney W. (1994). Análisis numérico, las matemáticas del cálculo científico. *Ed. Addison-Wesley Iberoamericana*

EVALUACIÓN:

Realizar satisfactoriamente las prácticas y aprobar el examen.

309. ECUACIONES DIFERENCIALES I

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**300,301,302,309**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**310,311,319,323,324,**

PROGRAMA:

Ecuaciones diferenciales ordinarias:

1. Introducción. Métodos elementales de integración de ecuaciones diferenciales. Existencia y unicidad de soluciones.

2. Sistemas y ecuaciones lineales. Espacio de soluciones. Sistemas de coeficientes constantes. Exponencial de una matriz. Sistemas no homogéneos. Estabilidad.

3. Soluciones en forma de serie. Puntos regulares. Las ecuaciones de Legendre y Hermite. Puntos singulares regulares. El polinomio indicial. La ecuación de Bessel.

4. Sistemas dinámicos en el plano. Campos de vectores. Puntos críticos. Mapas de fases. Sistemas lineales y no lineales.

TEXTOS RECOMENDADOS:

G.F. Simmons. *Ecuaciones diferenciales*. McGraw-Hill, 1993.
W.E. Boyce, R.C. di Prima. *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Limusa, 1983.
M.W. Hirsch, S. Smale. *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Alianza Editorial, 1983.

EVALUACIÓN:

Examen escrito de problemas sobre los temas teóricos y prácticos desarrollados durante el curso. Al menos una gran parte del examen será común a todos los grupos.

310. ECUACIONES DIFERENCIALES II

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**300,301,302,309**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**311,317,319,323,324**

PROGRAMA:

1.-Nociones generales sobre ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDP)
Definición de EDP. Ejemplos importantes de la física. EDP lineales y no lineales. Operadores diferenciales lineales. Condiciones de contorno y condiciones iniciales. Clasificación de EDP de segundo orden.

2.- Teoría espectral de operadores diferenciales. Producto escalar en espacios funcionales. Conjuntos ortogonales de funciones. Autovalores y autofunciones de operadores diferenciales. Operadores simétricos. Bases trigonométricas de Fourier. Desarrollos de Fourier. Operadores de Sturm-Liouville. Desarrollos en autofunciones. Transformada de Fourier.

3.- El método de separación de variables. Separación de variables en problemas de contorno homogéneos. La ecuación de Helmholtz en coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas. Ondas estacionarias. Aspectos generales de la dinámica de ondas planas y esféricas.

4.- El método de desarrollo en autofunciones. Descripción del método de desarrollo en autofunciones para problemas de contorno y de condiciones iniciales. Aplicaciones en modelos de la física. Formula de d`Alembert para la solución de la ecuación de ondas en 1+1 dimensiones. Formula de Kirchhoff para la ecuación de ondas en 3+1 dimensiones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

-I. Stakgold, *Green's functions and boundary value problems* (Wiley, 1979)
-W. A. Strauss, *Partial differential equations: an introduction* (Wiley, 1992)
-H.F. Weinberger, *Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales*, Reverté, Barcelona 1996(A first course in partial diferential ecuations, Dover, N. Y. 1995).
-I.G. Pertovsky, *Lectures on partial diferential ecuations*, Dover, N.Y. , 1991.

EVALUACIÓN:
Se realizará un examen sobre los temas teóricos y prácticos desarrollados durante el curso.

311. ELECTROMAGNETISMO I

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

PROGRAMA:

1. **El campo electrostático en el vacío.** Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Formulación diferencial e integral de las ecuaciones del campo electrostático. Potencial eléctrico de una distribución de carga.
2. **El campo electrostático en medios materiales.** Polarización. Vector **D**. Relaciones constitutivas. Condiciones de los campos en la frontera entre dos medios.
3. **El campo magnetostático en el vacío.** Corriente eléctrica. Ley de Ampère. Campo magnético. Formulación diferencial e integral de las ecuaciones del campo magnetostático. Potencial magnético vector de una distribución de corrientes. Potencial magnético escalar.
4. **El campo magnetostático en medios materiales.** Imanación. Vector **H**. Relaciones constitutivas. Condiciones de los campos en la frontera entre dos medios.
5. **Campos electromagnéticos. Ecuaciones de Maxwell.** Inducción electromag- nética. Autoinducción e inducción mutua. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Feynman, R., Leighton, R.B., Sands, M.: "*Física, Vol. II: Electromagnetismo y materia*". Addison-Wesley Iberoamericana (1987).
- Lorrain, P., Courson, D.R.: "*Campos y ondas electromagnéticas*". Selecciones Científicas (1994).
- Purcell, E.M. "*Electricidad y magnetismo*" (Berkeley Physics Course, Vol. 2). Ed. Reverté (1992).
- Reitz, J.R., Milford, F.J., Christy, R.W.: "*Fundamentos de la teoría electromagnética*". Addison Wesley (1994).
- Sánchez Quesada, F., Sánchez Soto, L.L:, Sáncho Ruiz, M., Santamaría, J.: "*Fundamentos de Electromagnetismo*". Ed. Síntesis (2000).
- Velayos, S.: "Temas de Física III". Copygraf (1976).
- Wangness, R.K.: "*Campos electromagnéticos*". Ed. Limusa (1979).
- Zahn, M.: "*Teoría electromagnética*", Ed. McGraw-Hill (1991).

EVALUACIÓN:

El examen consistirá en una parte de cuestiones y otra de problemas. Para la realización de la parte de problemas se podrá utilizar un único libro de teoría, de libre elección por parte del alumno.

312. MECÁNICA Y ONDAS I

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

PROGRAMA:

1. Fundamentos de la mecánica newtoniana. Sistemas inerciales y principio de relatividad de Galileo. Leyes de Newton. Ecuaciones de la dinámica newtoniana en sistemas no inerciales. Movimiento de una partícula sobre la superficie terrestre. El péndulo de Foucault.

2. Mecánica lagrangiana: Ligaduras, coordenadas generalizadas y espacio de configuración. Principio de D'Alembert. Ecuaciones de Lagrange para sistemas con ligaduras holónomas y cinemáticas lineales. Formulación lagrangiana del movimiento relativo a sistemas no inerciales.

3. Leyes de conservación en mecánica lagrangiana. Cálculo variacional. Principio de Hamilton. Integración de las ecuaciones del momiento. Constantes del movimiento.Teorema de Noether.

4. Introducción a la mecánica hamiltoniana: Espacio de fases. Ecuaciones canónicas de Hamilton. Paréntesis de Poisson.

5. El problema de los dos cuerpos. Reducción al problema equivalente de un solo cuerpo. Campo de fuerzas central. El problema de Kepler. Dispersión en un campo de fuerzas central. Fórmula de Rutherford.

6. Fundamentos de la teoría de la relatividad especial: Incompatibilidad de la mecánica newtoniana y el electromagnetismo. Hechos experimentales. Postulados de Einstein. El espacio-tiempo en la relatividad especial.

7. Cinemática relativista: Transformaciones de Lorentz. Ley de composición de velocidades. Formulación cuadridimensional.

8. Dinámica relativista: La energía y el momento relativistas. Conservación del cuadrimomento. La equivalencia entre masa y energía. Colisiones relativistas. Sistemas de laboratorio y de centro de masas. Formulación lagrangiana de la mecánica relativista.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. A.P. French. *Relatividad especial*. Reverté, 1974.
2. H. Goldstein. *Mecánica clásica*, 2a. edición, Reverté, 1987
3. Ch. Kittel, W.D. Knight y M.A. Ruderman. *Mecánica*. Reverté, 1968
4. G.L. Kotkin y v.G. Serbo. *Problemas de mecánica clásica*. Mir
5. L. Landau. *Mecánica*. Reverté, 1970.
6. A. Rañada. *Dinámica clásica*. Alianza, 1990.
7. W. Rindler. *Introduction to Special Relativity*. Oxford, 1991.
8. M.R. Spiegel. *Mecánica teórica* (Serie Schaum). McGraw-Hill, 1976.
9. E.F. Taylor y J.A. Wheeler. *Spacetime Physics*, Freeman, 1992.

EVALUACION:

Exámenes que constarán de problemas teóricos y prácticos.

313. ÓPTICA I

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Naturaleza y modelos de la luz.
2. Fundamentos de la óptica geométrica.
3. Condición de estigmatismo. Representación óptica: Aproximación paraxial.
4. Sistemas ópticos centrados.
5. Sistemas ópticos con superficies planas.
6. Limitación de los rayos. Diafragmas.
7. Aberraciones.
8. Radiometría y fotometría.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- M. Born y E. Wolf, *Principles of Optics*, Cambridge University Press, Cambridge (1997).
- J. Casas, *Óptica*, Librería General, Zaragoza (1994).
- A. Ghatak, *Optics*, McGraw Hill, New York (1992).
- E. Hecht, *Óptica*, Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid (1999).
- P. M. Mejías y R. Martínez-Herrero, *Óptica Geométrica*, Editorial Síntesis, Madrid (1999).

EVALUACIÓN: Examen escrito.

314. TERMODINÁMICA I

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**300,301,303,304**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**320,341**

PROGRAMA:

1.- Conceptos previos. Principio cero: concepto de temperatura. Equilibrio termodinámico.

2.- Descripción fenomenológica de los sistemas más utilizados en Termodinámica.

3.- Trabajo en Termodinámica. Trabajo adiabático, primer principio: energía interna. Definición termodinámica del calor. Capacidades caloríficas. Aplicaciones del primer principio.

4.- Enunciados del segundo principio. Temperatura termodinámica y entropía. Principio de aumento de entropía.

5.- Ecuación fundamental de la Termodinámica. Equilibrio y estabilidad de los sistemas cerrados.

6.- Representaciones alternativas: potenciales termodinámicos. Equilibrio y estabilidad en las representaciones alternativas.

7.- Ecuaciones prácticas para la entropía: consecuencias. Ecuaciones prácticas para la energía interna y para las diferentes funciones termodinámicas.

8.- Sistemas de masa o composición variable. Potencial químico. Equilibrio de un sistema heterogéneo y multicomponente. Regla de las fases de Gibbs.

9.- Transiciones de fase de primer orden. Transiciones de fase continuas. Puntos críticos.

10.- Tercer principio de la Termodinámica: enunciados y consecuencias.

TEXTOS RECOMENDADOS:

J. Aguilar. Curso de Termodinámica. Alhambra, Madrid.
H.B. Callen. Termodinámica. Editorial AC. Madrid.
M.W. Zemansky y R.H. Dittman. Calor y Termodinámica. Mc Graw Hill. Méjico.

EVALUACIÓN:

Una prueba escrita que contendrá una parte teórica y otra práctica.

315. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA I

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

La asignatura consta de 10 horas de clase de pizarra, donde se desarrollarán los fundamentos teóricos de las técnicas de medida. A continuación se realizarán 10 experiencias de Termodinámica y 3 experiencias de Mecánica, seleccionadas entre las siguientes:

- Determinación de momentos de inercia. Aplicación de expresiones teóricas. Dinámica del disco de Maxwell. Péndulo de torsión.
- Determinación de la viscosidad de líquidos mediante el método de Stokes. Viscosímetro de rotación. Variación de la viscosidad con la temperatura.
- Giróscopo de Magnus. Aplicaciones de las ecuaciones fundamentales del movimiento giroscópico.
- Variación de la Resistencia de un Conductor y de un Semiconductor con la Temperatura. Calibración de termómetros de resistencia y termistores.
- Medida de la entalpía de vaporización del agua. Transiciones de fase de primer y segundo orden.
- Ecuación de Clausius-Clapeyron. Dependencia de la presión de vapor con la temperatura. Técnicas de vacío.
- Isotermas de Andrews de un Gas Real. Aproximación de campo medio para la transición de fase líquido-vapor. Ecuación de Van der Walls.
- Determinación de calores específicos de sólidos. Aplicación a los sólidos metálicos Al, Fe y Cu. Comprobación de la ley de Dulong y Petit.
- Medida de la entalpía de vaporización del nitrógeno por un método criogénico. Obtención de bajas temperaturas en el laboratorio.
- Método de Callendar para la medida de la entalpía específica del agua. Termodinámica de procesos de flujo.
- Método de Rüchardt para la medida del coeficiente adiabático de los gases Ar y CO_2. Teorema de equipartición de la energía para predecir las entalpías específicas de gases mono- di- y triatómicos.
- Método del calentamiento para la medida del calor específico de líquidos. Aplicación al etilenglicol.
- Método calorimétrico para la medida de entalpías de disolución. Aplicación para sales de amonio.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. C. H. Bernard, C.D. Epp, Laboraty Experiments in College Physics (7th ed.). Wiley, 1995.
2. R.A. Granger (ed.), Experiments in Heat Transfer and Thermodynamics, Cambrigde, 1994.
3. D. Lide (ed.), Handbook of Chemistry and Physics (75th ed.), CRC Press, 1994.
4. Guiones de prácticas del laboratorio de termodinámica: http://www.ucm.es/info/termo

EVALUACIÓN:

El profesor encargado de cada grupo evaluará a los alumnos según su trabajo en el laboratorio y las memorias de las prácticas que vayan entregando. Habrá un examen final, incluyendo preguntas sobre la teoría de las prácticas. La nota final se obtendrá como media ponderada, 30% examen y 70% laboratorios.

OBSERVACIONES:

Se recomienda haber superado Laboratorio de Física antes de hacer esta asignatura y cursar Termodinámica I y Mecánica I simultáneamente.

316. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA II

Curso: 2º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1.- Aparatos de medida (polímetros, vatímetros, oscilografo....). Fuentes de alimentación (pilas, fuentes de voltaje, fuentes de corriente....) Componentes básicos (resistencias, condensadores, bobinas, potenciómetros, diodos, transistores...)

2.- Corriente continua. Leyes de ohm y de Joule. Características de un elemento. Conductores ohmicos y no ohmicos. Leyes de Kirchoff. métodos auxiliares: teoremas de superposición y de Thevenin.

3.- Corriente alterna. Impedancias en serie y en paralelo. Diagramas vectoriales. Potencia en corriente alterna. Redes en corriente alterna. Circuito serie R-L-C soluciones transitorias. Transformadores, autotransformadores

4.- Estudio de la deformación por flexión. Estudio de la torsión. Histéresis mecánica. Determinación de constantes mecánicas por métodos extensiométricos..

5- Péndulos acoplados. Vibraciones en cuerdas. Interferencias de ondas; estudio de la reflexión y la difracción. Difracción de microondas.

6.- Estudio de choques.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Felisa Nuñez, *Laboratorio de electricidad y magnetismo,* ediciones Urmo 1772
- G.L. Squires, *Practical physics,* 3ª *edición,* Cambridge University Press 1985
- Alan M. Portis, Hugh D.Young, *Berkeley physics laboratory 2ª edición,* ed. reverté 1974
- Noel M. Morris, Frank W. Senior *Circuitos eléctricos,* Addison-Wesley-Ibamericana, 1994
- Albert Paul Malvino, *Resistive ad reactive Circuits,* McGraw-Hill,Inc 1974
- Guiones de los laboratorios
- 1º y 2º tomo de los libros de Física General para licenciados e ingenieros

EVALUACIÓN:

Se dará una clasificación al trabajo de laboratorio junto con la memoria presentada para cada experiencia de laboratorio y se realizará un examen al finalizar los laboratorios

317. ELECTROMAGNETISMO II

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	311,310
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	344

PROGRAMA:

Tema 0. REVISIÓN DE LAS ECUACIONES DE MAXWELL.
Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Potencial escalar y vector. Ecuaciones de Maxwell en medios materiales. Relaciones constitutivas. Condiciones en la frontera entre medios.

Tema 1. PROBLEMAS DE CONTORNO EN CAMPOS ESTÁTICOS I.
Representación integral del potencial electrostático. Función de Green. Teorema de reciprocidad. Unicidad de la solución. Método de imágenes. Sistemas de conductores: coeficientes de potencia e influencia.

Tema 2. PROBLEMAS DE CONTORNO EN CAMPOS ESTÁTICOS II.
Método de separación de variables: a) coordenadas cartesianas, b) coordenadas cilíndricas, c) coordenadas esféricas. Métodos numéricos y gráficos.

Tema 3. ENERGÍA Y FUERZAS EN CAMPOS ELECTROSTÁTICOS.
Energía electrostática de una distribución de carga. Densidad de energía en el campo electrostático. Energía de un sistema de conductores. Fuerzas en sistemas electrostáticos.

Tema 4. ENERGÍA Y FUERZAS EN SISTEMAS MAGNETOSTÁTICOS. ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA.
Energía magnetostática de un sistema de corrientes. Densidad de energía en el campo magnetostático. Fuerzas en sistemas magnetostáticos. Energía electromagnética. Teorema de Poynting. Momento electromagnético.

Tema 5. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.
Ecuación de ondas. Potenciales electromagnéticos. Soluciones retardadas.- Ondas planas en medios dieléctricos y disipativos. Dipolo oscilante. Aproximaciones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Feynman, Leighton y Sands, "Lecturas de Física". Vol. II. Electromagnetismo y Materia. Fondo Educativo Interamericano.
2. Lorrain y Courson. "Campos y Ondas Electromagnéticos". Selecciones Científicas.
3. Reitz, Milford y Christy. "Fundamentos de la teoría Electromagnética". 4ª Ed. Addison-Wesley.
4. Sánchez Quesada, Sánchez Soto, Sancho Ruíz y Santamaría, "Fundamentos de Electromagnetismo". Editorial Síntesis
5. Velayos. "Temas de Física". Copigraf.
6. Wangsness. "Campos electromagnéticos". LIMUSA.

EVALUACIÓN:

El examen consistirá en una prueba con una parte de cuestiones y otra de problemas. Para la realización de los problemas se podrá utilizar **un solo libro**, de libre elección por parte del alumno

318. MECÁNICA Y ONDAS II

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**303,304,312,302,309,310**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**342,343,345,346**

PROGRAMA:

1. Movimiento del sólido rígido: Conceptos generales. Cinemática general del sólido rígido. Momento lineal, angular y energía cinética.

2. Propiedades de los fluidos: Definiciones y magnitudes básicas. Fuerzas en fluidos. Estática de fluidos. Cálculo tensorial.

3. Movimiento de fluidos: Cinemática de fluidos. Leyes de conservación. Flujo viscoso.

4. Oscilaciones pequeñas. Oscilaciones de sistemas con varios grados de libertad. Frecuencias, modos y coordenadas normales. Energía cerca del equilibrio.

5. Ondas: Ecuación de ondas. Análisis de Fourier. Descripción de la propagación. Velocidades de fase y de grupo. Medios dispersivos. Ondas en dos y tres dimensiones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

. A. Rañada. Dinámica Clásica. Alianza Universidad.
. Goldstein. Mecánica Clásica. Reverté
. P.K. Kundu. Fluid Mechanics. Academic Press.
. V.L. Streeter. Mecánica y ondas. McGraw Hill
. A.P. French. Vibraciones y Ondas. Reverté
. Lain G. Main. Vibrations and Waves in Physics. Cambridge University Press.

EVALUACIÓN:

Una prueba escrita que contendrá una parte teórica y otra práctica.

319. ÓPTICA II

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**304,312,,313,317,318**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**357,381,385,386,415**

PROGRAMA:

Ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Ondas armónicas y planas. Representación compleja. Polarización. Vector de Poynting y promedio temporal. Fuerza de Lorentz. Átomo de Lorentz.

Propagación en medios materiales. Índice de refracción. Promedio espacial de las ecuaciones de Maxwell. Relaciones de constitución. Índice de refracción. Dispersión y absorción en dieléctricos y conductores.

Refracción y reflexión. Condiciones de contorno. Fórmulas de Fresnel. Ángulo de Brewster. Reflexión total. Fibras ópticas. Reflectancia y transmitancia.

Propagación en medios anisótropos. Aplicaciones. Tensor dieléctrico. Medios uniáxicos. Superficie de vectores de onda, ondas ordinaria y extraordinaria. Doble refracción. Láminas retardadoras. Polarizadores. Dicroísmo. Matrices de Jones.

Interferencia. Interferómetro de Young. Coherencia temporal y espacial. Interferómetro de Michelson. Interferómetro de Fabry-Perot. Cavidades láser.

Difracción. Principio de Huygens-Fresnel. Aproximaciones de Fresnel y Fraunhofer. Poder resolutivo de los instrumentos ópticos. Doble rendija. Redes de difracción. Formación de imagen.

TEXTOS RECOMENDADOS: (por orden alfabético)

- M. Born y E. Wolf. Principles of Optics, Cambridge University Press (1999)
- J. M. Cabrera, F. J. López y F. Agulló. Óptica Electromagnética, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington (1993)
- J. Casas. Óptica, Librería Pons, Zaragoza (1994)
- G. R. Fowles. Introduction to Modern Optics, Dover, New York (1989)
- R. Guenther. Modern Optics, John Wiley & Sons, New York (1990)
- E. Hecht. Óptica, Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid (2000)

EVALUACIÓN: Un examen escrito.

320. TERMODINÁMICA II

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1.- Introducción a la Termodinámica de mezclas y de sistemas reactivos.

2.- Termodinámica de procesos irreversibles: Formalismo general. Aplicación a fenómenos de transporte.

3.- Teoría cinética: Descripción microscópica de sistemas gaseosos. Coeficiente de transporte en gases.

4.- Introducción a la Física Estadística clásica.

TEXTOS RECOMENDADOS:

. J. Aguilar. Curso de Termodinámica. Alhambra, Madrid.

. M.W. Zemansky y R.H. Dittman. Calor y Termodinámica. Mc Graw Hill. Méjico.

. I. Prigogine. Introducción a la Termodinámica de los Procesos Irreversibles. Selecciones científicas. Madrid.

EVALUACIÓN:

Prueba escrita con una parte teórica y otra práctica.

321. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA III

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**316,311,317,313,323**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1.- Comprobación experimental de las leyes fundamentales de la óptica Geométrica. Dispersión de la luz. Lentes delgadas.

2.- Estudio de sistemas formadores de imagen. Sistemas ópticos: lupa y microscopio.

3.- Limitación de haces en sistemas ópticos. Aberraciones.

4.- Reflexión total interna. Caracterización de fibras ópticas.

5.- Experimentos en Física Cuántica.

6.- Circuitos con resistencias especiales, relés, condensadores, bobinas, diodos, transistores .

7.- Circuitos básicos con transistores (amplificador, osciladores). Análisis de Fourier.

8.- Caracterización eléctrica y magnética de materiales. (Medidas Hall, curvas de imanación, medidas de superconductividad).

TEXTOS RECOMENDADOS:

-J.Casas, *Óptica*, Librería General, Zaragoza, 1994.
-E.Hecht, A. Zajac. *Óptica*, Addison-Wesley, Wilmington, 1986.
-Felisa Nuñez, *Laboratorio de electricidad y magnetismo*, ediciones Urmo, 1972.
-G. L. Squires, *Practical Physics*, 3ª ed., Cambridge University Press 1985.
-Noel M. Morris, Frank W. Senior, *Circuitos Eléctricos*, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
-Albert Paul Marvino, *Resistive and reactive circuits*, McGraw-Hill, 1974.

EVALUACIÓN:

Se dará una calificación al trabajo de laboratorio, y se realizará un examen al finalizar los laboratorios.

322. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA IV

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 4,5

PROGRAMA:
1.-Fenómenos de polarización. Ley de Malus. Caracterización de compensadores y láminas retardadoras.

2.-Experimentos en interferometría. Medida de la longitud de onda. Separación espectral de dobletes.

3.-Estudio del fenómeno de difracción. Medida de tamaño de objetos. Caracterización de redes de difracción.

4.-Espectroscopía. Caracterización espectral de LED's.

5.- Conductividad térmica de materiales aislantes.

6.- Efectos Seebeck y Peltier.

7.- Temperatura de Debye de sólidos metálicos.

TEXTOS RECOMENDADOS

-J. Casas, *Óptica,* Ed. Librería General, Zaragoza, España, 1994.

-J. M. Cabrera, F. J. López y F. Agulló López, *Óptica electromagnética,* Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, EE.UU., 1993.

-G. R. Fowles, *Introduction to Modern Optics*, Holt, Rinehart and Winston, New York, EE.UU., 1975.

-E. Hecht y A. Zajac, *Óptica*, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, EE.UU., 1986.

-M. W. Zemansky y R. H. Dittman, *Calor y termodinámica,* Editorial McGraw Hill, México.

URL de interés:

http://www.ucm.es/info/termo/
http://www.ucm.es/info/optica/lt4/

323. FÍSICA CUÁNTICA I

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	Troncales de 1ºy 2º
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	342,346,347,345

PROGRAMA:

1.- Orígenes de la Física Cuántica. Radiación del cuerpo negro. Teoría de Planck. Comportamiento corpuscular de la radiación. Efecto Fotoeléctrico. Efecto Compton.

2.- Introducción a la Mecánica Cuántica. Ecuación de Schrodinger, función de ondas. Interpretación probabilística. Estados y Observables en Mecánica Cuántica. Principio de indeterminación.

3.- Sistemas unidimensionales. Estados ligados: pozos de potencial y oscilador armónico. Estados de colisión: escalones y barreras de potencial. Coeficientes de reflexión y transmisión. Efecto túnel. Paquetes de ondas.

4.- Sistemas tridimensionales. Estados ligados: pozos de potencial, oscilador armónico.

Momento angular orbital: autovalores y autofunciones. Potenciales centrales: pozo esférico, átomo de hidrógeno, oscilador armónico isótropo.

5.- Momento angular general. Experimento de Stern-Gerlach. Espín. Función de ondas e interpretación probabilística.

6.- Métodos aproximados. Método variacional. Perturbaciones independientes del tiempo

TEXTOS RECOMENDADOS:

C. Sánchez del Río. *Física Cuántica*. Eudema Universidad, Madrid, 1991, (próxima aparición: Pirámide, Madrid, 1997)

R.M. Eisberg, R. Resnick. *Física Cuántica*. Limusa, México, }978

M. Alonso, E. Finn. Física(vol. III:"*Fundamentos Cuánticos y Estadísticos*"). Fondo Educativo Interamericano, 1971

A. Galindo,.P. Pascual. *Mecánica Cuántica*. Eudema, Madrid, 1989

A. Galindo, P. Pascual. *Problemas de Mecánica Cuántica*. Eudema, Madrid, 1989

F.J. Yndurain *Mecánica Cuántica*. Alianza, Madrid, 1988

C. Cohen, B. Diu, F. Laloe. *Mecanique Quantique*. Hermann, Paris

R. Fernández Álvarez-Estrada, J.L. Sánchez Gómez. *100 Problemas de Física Cuántica*, Alianza, Madrid, 1996.

EVALUACIÓN:

Los exámenes constarán de ejercicios prácticos y cuestiones teóricas.

324. FÍSICA CUÁNTICA II

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**323**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**342,341,346,347**

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

0.- MÉTODOS APROXIMADOS:
Teoría de Perturbaciones. Método Variacional.
1.- ESTADÍSTICAS CUÁNTICAS:
Indistinguibilidad de Partículas Idénticas. Principio de Exclusión de Pauli. Estadísticas de Bose-Einstein y Fermi-Dirac.
2.- ÁTOMOS:
El átomo de Hidrógeno. El átomo de Hélio. Átomos multielectrónicos.
Configuraciones. Átomos en campos externos. Transiciones entre niveles atómicos.
3.- MOLÉCULAS:
Moléculas diatómicas. Orbitales moleculares. Estados de rotación y vibración. Transiciones entre niveles moleculares.
4.- ESTRUCTURA DE SÓLIDOS:
Cristales. Teoría de bandas. Conductores, semiconductores y aislantes.
5.- NÚCLEOS:
Propiedades generales. Fórmula de masas. Modelos nucleares.
6.- PARTÍCULAS SUBATÓMICAS:
Interacciones fundamentales. Leyes de conservación.

TEXTOS RECOMENDADOS:
M. Alonso, E. Finn. Física Vol.III. Fondo Educativo Interamericano, 1971.
A. Eisberg, R. Resnick, Física Cuántica de Átomos. Ed. Limusa, 1978.
C. Sánchez del Río (coordinador). Física Cuántica Vol I,II. Eudema Univ, 1991, Pirámide, Madrid 1997.
B. Cohen, B. Diu, F. Laloe. Mecanique Quantique, Hermann, Paris. 1997.

EVALUACIÓN:
Un prueba escrita teórico-práctica.

325. BIOFÍSICA

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

Se recomienda complementar esta asignatura con la, también optativa, Elementos de Biología

PROGRAMA:

1. **Problemas y Métodos de la Biofísica.**
2. **Energética y Dinámica de los sistemas biológicos**.
   2.1 Base termodinámica de las reacciones bioquímicas
   2.2 Termodinámica de procesos fuera del equilibrio
   2.3 Dinámica no lineal de sistemas
   2.4 Modelización de algunos procesos biológicos complejos
3. **Estructura molecular de los sistemas biológicos.**
   3.1 Interacciones
   3.2 Estructura molecular de proteínas y ácidos nucleicos. Información genética.
   3.3 Cooperatividad. Relación conformación-función.
4. **Neurobiofísica.**
   4.1 Actividad eléctrica de células excitables
   4.2 Redes neurales
5. **Aspectos físicos del origen y evolución de la vida.**
   5.1 Aspectos generales de la autoorganización y evolución de la vida
   5.2 Modelo de evolución prebiótica

TEXTOS RECOMENDADOS:

Biofísica. F. Montero y F. Morán. Ed. Eudema. 1992.

Biophysics. R, Glaser. Springer.1999.

Biofísica. J. Vázquez. Ed. Eypasa. 1993.
Biofísica. M.V. Volkenshtein. De. Mir. 1985.
Biophysics. W. Hoppe y otros (Eds.). De. Springer-Verlag. 1983.

EVALUACIÓN:

La calificación se basará en un examen escrito y en un trabajo realizado a lo largo del curso sobre bibliografía seleccionada.

326. FÍSICA DE LA ATMÓSFERA

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1.- Origen y composición de la atmósfera terrestre
2.- Características de la atmósfera: temperatura, viento y precipitación
3.- Radiación solar y terrestre
4.- Transferencia radiativa en la atmósfera
5.- Procesos termodinámicos fundamentales en aire seco
6.- Vapor de agua y cambios de estado
7.- Concepto y efectos de la estabilidad atmosférica
8.- Procesos microfísicos en la formación de nubes y precipitación
9.- Características de los sistemas nubosos
10.- Instrumentación meteorológica básica
11.- Sistemas meteorológicos sinópticos
12.- Leyes fundamentales de la dinámica atmosférica
13.- Las ecuaciones del movimiento
14.- Inestabilidad baroclínica
15.- El balance global de energía
16.- La circulación global de la atmósfera

TEXTOS RECOMENDADOS.

J.M. Wallance y P.V. Hobbs (1977). *Atmospheric Science: an Introductory Survey*. Academic Press, Inc.

EVALUACIÓN:

Examen de teoría y problemas

OBSERVACIONES:

Aconsejable para los alumnos que deseen seguir las orientaciones de Física de la Atmósfera y Geofísica.

327. FÍSICA DE LA TIERRA

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 1º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA :

1.- Introducción: La Tierra en el Sistema Solar.
2.- Sistemas de referencia. Estructura de la Tierra.
3.- Rotación de la Tierra.
4.- El campo de la gravedad terrestre.
5.- Figura de la Tierra. Geoide y Elipsoide. Anomalías gravimétricas.
6.- Mareas terrestres.
7.- El campo magnético Terrestre. Campo interno y externo.
8.- Origen del campo magnético interno.
9.- Ionosfera y magnetosfera.
10.- Propagación de ondas sísmicas.
11.-Sismología y riesgo sísmico.
12.- Flujo térmico.
13.- Radioactividad y edad de la Tierra.
14.- Origen, evolución y dinámica terrestre.

TEXTOS RECOMENDADOS :

- Fowler, C.M. 1990. The Solid Earth : An introduction to Global Geophysics. Cambridge University Press.
- Lowrie, W. 1997. Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press.
- Udías, A. y Mézcua, J. 1997. Fundamentos de Geofísica. Alianza Universidad Textos.

EVALUACIÓN:

Se realizará un sólo examen de teoría y problemas al final del curso.

OBSERVACIONES:

Esta asignatura es aconsejable para los alumnos que deseen seguir las orientaciones de Geofísica y Física de la Atmósfera.

328. GEOMETRÍA DIFERENCIAL CLÁSICA

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1.- Preliminares.

Aspectos históricos de la geometría diferencial clásica. Conceptos geométricos en la Física.

La gemetría de los espacios euclídeos.

2.- Curvas.

Curvas. Cambio de parámetros. Longitud de arco. El parámetro longitud de arco.

Curvas en el plano. Curvatura. Ecuaciones de Frenet. Representación de curvas planas.

Curvas en el espacio. Curvatura y torsión. Ecuaciones de Frenet. Forma local canónica. Caracterización de curvas mediante las funciones curvatura y torsión.

3.- Superficies.

Superficies. Cambio de parámetros. Funciones diferenciables sobre una superficie.

El plano tangente. La aplicación diferencial de una función diferenciable.

La primera forma fundamental. Longitudes, ángulos y áreas.

Orientación de superficies. Curvatura de Gauss y curvatura media.

La segundad forma fundamental. Curvatura normal. Teorema de Euler. Clasificación local de superficies.

Curvas notables de una superficie. Curvas asintóticas. Líneas de curvatura.

4.- Geometría intrínseca de superficies.

Ecuaciones fundamentales de la teoría de superficies. El teorema Egregio de Gauss. Ecuaciones de Gauss-Codazzi-Mainardi.

Transporte paralelo. Derivación covariante.

Geodésicas. Coordenadas polares geodésicas. Geodésicas como curvas de mínima distancia.

El teorema de Gauss-Bonnet.

TEXTOS RECOMENDADOS:

-M. do Carmo, *Geometría diferencial de curvas y superficies* (Alianza Universidad, 1990; Prentice Hall, 1976).
-M. Lipschutz, *Geometría diferencial* (serie Schaum,Mcgraw Hill, 1970)
-D. J. Struik, *Geometría diferencial clásica* (Aguilar, 1973)
-A. S. Fedenko, *Problemas de geometría diferncial*. (Rubiños, 1991)

329. ASTROFÍSICA

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**Física y Química a nivle de 1º**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1.- Movimientos de la Tierra. La esfera celeste. Movimiento aparente del sol y las estrellas. Coordenadas astronómicas. Medida del tiempo. Calendario. Fases de la Luna. Eclipses. Mareas.
2.- Instrumentación Astronómica. Reflectores y refractores. Grandes telescopios. Radiotelescopios. Analizadores y detectores. Observación desde el espacio. Telescopio espacial Hubble. Agencias espaciales: NASA y ESA. Grandes observatorios españoles.
3.- Observación de las estrellas: magnitudes, luminosidad, temperatura y composición química. Diagrama H-R.
4.- Estrellas binarias. Clasificación. Masas estelares
6.- Vida de las estrellas. Formación y evolución. Fases finales y muerte: enanas blancas, estrellas de neutrones o pulsares y agujeros negros.
7.- Estrellas variables. Estrellas pulsantes. Novas. Supernovas.
8.- El Sol. Interior y reacciones nucleares. Atmósfera. Actividad e influencia en la Tierra.
9.- Medio interestelar. Composición y propiedades físicas. Nebulosas.
10.- Nuestra Galaxia: estructura espiral, disco y halo. Cúmulos globulares. Origen y formación.
11.- El universo extragaláctico. Clasificación y propiedades de las galaxias. Distancias y velocidades. Ley de Hubble.
12.- Agrupaciones de galaxias. Espacios vacíos. Estructura a gran escala del universo
13.- Galaxias activas. Cuasares. Cuasares virtuales
14.- Cosmología. Distribución de galaxias a gran escala. Radiación cósmica de fondo. El universo en expansión. Evolución del universo. Historia térmica del universo.
15.- El sistema solar. Planetas y satélites. Cometas. Asteroides. Meteoritos. Exploraciones espaciales y programas futuros. Origen del sistema solar. Sistemas planetarios en otras estrellas.
16.- Vida extraterrestre. Requerimientos básicos y restricciones astrofísicas. Vida en el sistema solar y en el universo. Búsqueda de vida inteligente en el universo.
17.- Astronomía desde Internet.

TEXTOS RECOMENDADOS:
Universe. W.J.Kaufmann. (W.H.Freeman and Co.)
Astronomy. Principles and Practice. A.E.Roy and D. Clarke (Adam Hilger Ltd.)
Introduction to Stellar Astrphyisics. Vol. 1. E. Böhm-Vitense (Cambridge Univ. Press)

EVALUACION:
Cuestiones teóricas y problemas.

OBSERVACIONES:
Se realizarán prácticas de observación astronómica nocturna.
Aconsejable para los alumnos que deseen cursar la orientación de Astrofísica.

330. FÍSICA DE MATERIALES

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

0. Introducción: orden de corto y largo alcance; materiales cristalinos y no cristalinos.
1. Estructura cristalina: red y base; celda unidad; sistemas cristalinos; direcciones y planos cristalográficos.
2. Enlaces: fuerzas de cohesión y energía de enlace; tipos de enlace.
3. Tipos de materiales: metálicos, cerámicos, semiconductores, materia blanda, compuestos.
4. Defectos: tipos; producción.
5. Difusión: leyes de Fick; mecanismos de difusión.
6. Transiciones de fase: conceptos fundamentales; diagramas de fase.
7. Propiedades
   Propiedades mecánicas: elasticidad, plasticidad, endurecimiento, fatiga y fractura.
   Propiedades eléctricas: conducción eléctrica; semiconductores; dieléctricos; superconductores.
   Propiedades ópticas: Interacción de la luz con los sólidos; luminiscencia; fotoconductividad; láseres.
   Propiedades magnéticas: materiales dia-, para- y ferromagnéticos.
   Propiedades térmicas: expansión térmica; conductividad térmica.
8. Degradación de los materiales: corrosión, fragilización
9. Ejemplos

TEXTOS RECOMENDADOS:

Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales, W.D. Callister Jr (Editorial Reverté, 1997)

Ciencia e Ingeniería de los materiales, D.R. Askeland (Paraninfo, 2001)

Introduction à la science des matériaux, W. Kurz, J.P. Mercier y G. Zambelli (Presses polytechniques et universitaires romandes, 1995…)

Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros J.F. Shackelford (Prentice-Hall, 1998)

Ciencia e Ingeniería de los Materiales, W.D. Callister Jr (Editorial Reverté, 1995)

Fundamentos de la ciencia e Ingeniería de Materiales, W. S. Smith (McGraw-Hill, 1992)

EVALUACIÓN:

Cuestiones teóricas y problemas

331. ESTRUCTURA DEL ESPACIO-TIEMPO

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Física y geometría

PROGRAMA:

1. Espacio-tiempo aristotélico.
2. Relativización del espacio y ley de inercia: espacio-tiempo galileano.
3. Universalidad de la caída libre y principio de equivalencia débil: espacio-tiempo newtoniano.
4. Relatividad especial y espacio-tiempo minkowskiano.
5. Gravitación, principio de equivalencia fuerte y espacio-tiempo einsteniano.
6. Colapso gravitacional y agujeros negros.
7. Universo a gran escala: principios cosmológicos.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Estudio:

Taylor, E. F., Wheeler, J. A., *Spacetime physics*, Freeman & Co. 1992.

Consulta:

Hawking, S. W., Ellis, G. F. R.,
The Large Scale Structure of Space-Time, Cambridge 1973.

Hawking, S. W.,
Hawking on the Big Bang and Black Holes, Cambridge 1993.

Misner, C. W., Thorne, K. S., Wheeler, J. A.,
Gravitation, Freeman & Co. 1973.

Lectura:

Geroch, R., *La relatividad general* (*de la A a la B*), Alianza Editorial 1985.

Thorne, K. S., *Black Holes and Time Warps*, Norton & Co. 1994.

EVALUACIÓN: Los exámenes serán de naturaleza mixta teórico-práctica, y se realizarán en la forma que, como de costumbre, fijamos al comenzar las clases de la asignatura tras discutir posibles alternativas con los alumnos.

332. VARIABLE COMPLEJA

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA

1 FUNCIONES ANALÍTICAS: Definición y propiedades algebraicas de los números complejos. Módulo y argumento. Fórmula de De Moivre. Raíces. Conjugación. La función exponencial, funciones trigonométricas e hiperbólicas, logaritmos y potencias. Límites y continuidad. Derivabilidad. Regla de la cadena. Transformaciones conformes. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Teorema de la función inversa. Funciones armónicas.

2 EL TEOREMA DE CAUCHY: Integración sobre arcos: definición y propiedades elementales. Teorema de Cauchy-Goursat. Homotopía. Antiderivadas. Índice. Fórmula integral de Cauchy. Derivadas de orden superior. Desigualdades de Cauchy. Teorema de Liouville. Teorema fundamental del álgebra. Teorema de Morera. Principio del módulo máximo. Propiedad del valor medio.

3 REPRESENTACIÓN DE FUNCIONES ANALÍTICAS MEDIANTE SERIES: Convergencia de sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme. Criterio *M* de Weierstrass. Series de funciones analíticas. Convergencia de series de potencias. Lema de Abel-Weierstrass. Teorema de Taylor. Teorema de Laurent. Principio de prolongación analítica. Clasificación de singularidades aisladas.

4 CÁLCULO DE RESIDUOS: Métodos para el cálculo de residuos. Teorema de los residuos. Cálculo de integrales definidas. Valor principal de Cauchy.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Jerrold E. Marsden and Michael J. Hoffman, *Basic Complex Analysis*, Third editon, Freeman, San Francisco.
Murray R. Spiegel, *Variable Compleja*. Primera edición, McGraw-Hill, Madrid.

EVALUACIÓN: Examen escrito.

333. MÉTODOS NUMÉRICOS Y ANÁLISIS DE SEÑALES

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Programa:

1. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias
2. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales
3. Clasificación de procesos. Concepto de transformada.
4. Funciones periódicas. Series de Fourier.
5. Funciones no periódicas. Integral de Fourier.
6. Correlación y convolución.
7. Transformadas de funciones generalizadas y distribuciones.
8. Funciones finitas y muestreadas.
9. DFT y FFT.
10. Transformada de Laplace.

Textos recomendados:

R. Bracewell. The Fourier Transform and its applications. McGraw-Hill. Int., 1986
E. Brigham. The Fast Fourier and its applications. Ed. Prentice-Hall, Exeter 1988.
D. Kincaid. Análisis numérico. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994

Evaluación:

Los examenes abarcarán conceptos teóricos y problemas. Revisión de exámenes en horario que se determinará.

Observaciones.

Asignatura aconsejable para los alumnos que quieran cursar las opciones de Geofísica y Física de la Atmósfera.

334. ELEMENTOS DE GEOLOGÍA

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

OBJETIVOS:

Proporcionar los conocimientos básicos de la Geología con fines al entendimiento de los procesos de origen interno y externo y de su evolución en el tiempo y en espacio. Se pondrá énfasis en el conocimiento de la estructura del interior de la Tierra, así como en los modelos geodinámicos que han configurado la superficie terrestre. Se prestará, igualmente, atención a los procesos y estructuras geológicas involucradas con los riesgos geológicos.

PROGRAMA:

I.- Introducción. Estructura, composición y energía del interior de la Tierra:
El núcleo, el manto y la corteza terrestre. Estructura geológica de la Tierra. La litosfera: régimen térmico y estructura. La corteza terrestre.

II.- Los materiales geológicos: Minerales y rocas. Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. El ciclo petrogenético y la evolución de la corteza.

III.- El tiempo en Geología. Geocronología relativa: La evolución de los seres vivos. Filogenias. Geocronología absoluta. La escala de los tiempos geológicos.

IV.- La deformación de las rocas. Geometría, cinemática y dinámica. Pliegues, fallas, estructuras diapíricas y cuerpos ígneos.

V.- Geomorfología. Procesos dinámicos externos y formas del relieve. La evolución geomorfológica. Geomorfología aplicada a los riesgos geológicos.

VI.- Geodinámica. Tectónica de Placas y Deriva Continental. Ciclo de Wilson. Regímenes tectónicos resultantes de la interacción de las placas. Zonas tectónicamente activas y zonas estables. Cadenas de monta–as y cuencas. Actividad tectónica, volcanismo y sismicidad

TEXTOS RECOMENDADOS:

-AUBOIN, BROUSSE y LEHMAN, J.P. (1980). *Tratado de Geología* T.3.
-*Tectónica, Tectonofísica, Morfología*. Ed. Omega.
- BOILLOT, G. (1984). *Geología de los márgenes continentales*. Ed. Mascon.
- PARK, R.G. (1988). *Geological Structures and Moving Plates*,. Ed. Blackie.
- DE PEDRAZA, J. (1996). *Principios, Métodos y Aplicaciones*. Ed. Rueda.
- TAYLOR & MCLENNAN. (1985). *The Continental Crust: its composition and Evolution.* Ed. Blackwell Scientific Publications.
- *Mountain Building Processes*. Edited by Kenneth J. Hsu. (1982). Academic Press.
- TWISS & MOORES. (1992). *Structural Geology*. Ed Freeman.
- SUPPE, JOHN. 51985). *Principies of Structural Geology*. Ed. Prentice-Hall.

PRÁCTICAS:

2 créditos. (Viernes de 15,30 a 17,30 - Aula del Dpto. de Geodinámica. Facultad de Geología - 4ª planta-).

EXÁMENES:

El exámen constará de una parte práctica y de otra teórica.

335. ELEMENTOS DE BIOLOGÍA

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

OBJETIVOS:

Proporcionar una aproximación a los Sistemas Biológicos como sistemas abiertos que mantienen un flujo constante de materia, energía e información que permite alcanzar una complejidad estructural y funcional máxima.

PROGRAMA:

1.- La descripción de las estructuras moleculares que soportan las distintas funciones celulares que se estudiarán posteriormente desde el punto de vista Bioquímico/Molecular (Actividades fisiológicas de membranas, Rutas metabólicas, Mecanismos de producción de energía, Mecanismos de regulación, etc.)

2.- Nociones de Genética Molecular y Clásica que permitan comprender los mecanismos celulares de la transmisión de información (Replicación de Ácidos nucléicos), los tipos de reproducción en los distintos organismos (procariontes, eucariontes, virus) y los ciclos biogeoquímicos que se producen.

3.- Nociones de Embriogénesis y Morfogénesis que permitan comprender la evolución de sistemas físicos hacia estructuras y comportamientos complejos y el efecto de la Mutagénesis, natural e inducida por distintos factores. Todo ello permitirá abordar los procesos moleculares de la Evolución.

TEXTOS RECOMENDADOS:

J. Avers, *Biología celular*, Ed. Iberoamérica
A.G. Loewy & P. Siekevitz, *Cell Structure and Function*, Holt, Rinehart & Winston Inc.
A. L. Lehninger, *Curso Breve de Bioquímica*, Ed. Omega
A. Berkaloff, *Biología y Fisiología Celular* , Ed. Omega
Alberts et al., *Biología Molecular de la Célula*, Ed. Omega*
Darnell et al., *Biología Celular y Molecular* Ed,. Labor*

* Libros de consulta

336. SISTEMAS LINEALES

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**332**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**414,416**

PROGRAMA DE TEORÍA

Tema 1: Introducción a los Sistemas Lineales
Tema 2: Transformada de Laplace
Tema 3: Modelación del Sistema
Tema 4: Modelos matemáticos 1.Función de Transferencia
Tema 5: **¡Error! Marcador no definido.**Modelos Matemáticos 2.Variables de Estado
Tema 6: La Transformada Z. El muestreo
Tema 7: Función de transferencia discreta
Tema 8: **¡Error! Marcador no definido.** Análisis en el dominio temporal. Respuesta Transitoria
Tema 9: Estabilidad
Tema 10: La Respuesta permanente. Error
Tema 11: El Lugar de las Raíces
Tema 12: Respuesta en Frecuencia

Programa de prácticas:
10 prácticas con Matlab

Observaciones:
Previamente a esta asignatura, es conveniente haber cursado la asignatura de "Transmisión de datos".

Bibliografía Básica:
K.Ogata: Ingeniería de Control Moderna. Ed: Prentice Hall Internacional.
K.Ogata: Sistemas de control en tiempo discreto. Ed: Prentice Hall Internacional.

B.C.Kuo: Sistemas de control automático. Ed: Prentice Hall Internacional.
R.C.Dorf: Sistemas Modernos de Control. Ed: Addison Wesley Iberoam.

Calificación: Hay que aprobar la teoría, los problemas y las prácticas de Matlab.

LA ASISTENCIA A LAS CLASES DE LABORATORIO ES NECESARIA PARA LA CALIFICACIÓN POSITIVA DEL MISMO. **OBSERVACIONES:**

Es aconsejable que se curse esta asignatura anteriormente a "Control de Sistemas I" y a "Laboratorio de Sistemas digitales y Control" por ser sus conocimientos fundamentos para la

337. HISTORIA Y METODOLOGÍA DE LA FÍSICA

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. **Definición de la ciencia**
2. **Filosofía, historia y sociología de la ciencia.**
3. **Ciencia antigua, Egipto y Mesopotamia.**
4. **La ciencia en Grecia.**
5. **Ciencia en la edad media occidental.**
6. **La revolución científica del renacimiento.**
7. **Desarrollo de la física clásica.**
8. **La física moderna. Cuántica y relatividad.**
9. **La materia y el universo.**
10. **Observaciones y experimentos.**
11. **Hipótesis, leyes, teorías y modelos.**
12. **Ciencia y realidad. Problema epistemológico.**
13. **Ciencia y sociedad.**
14. **Problemas éticos de la ciencia**

TEXTOS RECOMENDADOS:

-W.C. Dampier. *Historia de la Ciencia*. Tecnos, Madriod, 1972.
-J. Ziman. *La credibilidad de la ciencia*. Alianza, Madrid, 1981.
-A.F. Chalmers.*¿Que es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI, Madrid1991.
-C. Sánchez del Río. *Los principios de la física en su evolución histórica*. Editorial Complutense, Madrid, 1986.

EVALUACIÓN:

Exámenes y ejercicios.

338. FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa
Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**417**

Programa:

MÓDULO I: DISEÑO LÓGICO

1. **Introducción. Representación de la información**: Sistemas analógicos y digitales. Modelo de sistemas digitales. Sistemas de numeración. Conversión entre bases. Representación de la información numérica y alfanumérica en un computador. Códigos.
2. **Especificación de sistemas combinacionales**: Especificación por funciones de conmutación. Especificación por expresiones de conmutación. Manipulación algebraica de expresiones de conmutación. Formas canónicas de expresiones de conmutación. Mapas de Karnaugh. Simplificación de expresiones de conmutación. Ejemplos.
3. **Implementación de sistemas combinacionales**: Introducción. Puertas lógicas. Análisis de redes de puertas AND-OR-NOT. Síntesis de redes de puertas AND-OR-NOT. Conjuntos universales de módulos. Análisis de redes de puertas NAND y NOR. Síntesis de redes de puertas NAND y NOR.
4. **Módulos combinacionales básicos**: Descodificador: aplicación al diseño. Codificador. Codificador de prioridad. Multiplexor: aplicación al diseño. ROM: generación de funciones y almacenamiento de información. Sumador/restador.
5. **Especificación de sistemas secuenciales:** Concepto de estado y diagrama de estados. Sistemas síncronos y asíncronos. Máquinas de Mealy y de Moore. Método de obtención de una especificación binaria. Ejemplos: contadores y reconocedores de secuencias.
6. **Implementación de sistemas secuenciales síncronos**: Biestables: RS asíncrono, RS síncrono, D síncrono. Implementación canónica. Inicialización de sistemas secuenciales síncronos. Módulos secuenciales estándar: registro, desplazador, contador, banco de registros, memoria RAM.

MÓDULO II: INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA DE COMPUTADORES.

7. **Arquitectura básica del computador:** Computadores von Neumann: estructura y características. Descripción sencilla de la arquitectura de un computador: el ejemplo del MC68K. Lenguaje máquina del computador: tipos y formatos de instrucciones. Lenguaje ensamblador. Ejecución de programas en el computador.
8. **Introducción al diseño e implementación de un computador sencillo:** Diseño de la Unidad de Proceso: almacenamiento de instrucciones, secuenciamiento de instrucciones, banco de registros, UAL, gestión de saltos, cálculo de direcciones. Diseño de la Unidad de Control: fases de la ejecución de una instrucción, diagrama de estados, implementación.

Bibliografía:

Módulo I:

- Hermida, R., Sánchez, F., Pastor, E., del Corral, A. M., “Fundamentos de Computadores”, de. Síntesis, 1998.
- Ercegovac, M. y Lang, T. "Digital Systems and hardware/firmware algorithms". John Wiley & Sons, 1985.
- Hill, F.J. y Peterson, G.R. "Introduction to Switching Theory & Logical Design". 3ª edición. John Wiley & Sons, 1981.
- Mano, M. "Ingeniería computacional: diseño del hardware". Prentice Hall, 1991.
- Gascón de Toro, M., Leal Hernández, A. y Peinado Lobos, V. "Problemas prácticos de diseño lógico, hardware". Ed.Paraninfo, 1990.

Módulo II:

- Hermida, R., Sánchez, F., Pastor, E. del Corral, A.M., “Fundamentos de Computadores”, Ed. Síntesis. 1998.
- Septién, J., Mecha, H., Moreno, R. y Olcoz, K. "La familia del MC68000. Lenguaje ensamblador: conexión y programación de interfaces". Ed. Síntesis, 1995.
- Stallings, W., "Organización y Arquitectura de Computadores", 4ª ed., Prentice Hall, 1996.
- Rafiquzzaman, M. y Chandra, R. "Arquitectura de ordenadores: del diseño lógico al proceso paralelo". Anaya Multimedia, 1990.

339. FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN

Curso: 2º/3º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Introducción: computadoras y programación.
2. Resolución de problemas: Algoritmos y programas. Diseño descendente.
3. Introducción a la programación:
   Estructura de un programa C++.
   Tipos básicos de datos.
   Constantes y variables.
   Secuenciación y asignaciones.
   Rudimentos de Entrada / Salida.
4. Instrucciones básicas de la programación estructurada.
   Estructuras de control secuencial, condicionales y repetitivas.
5. Abstracción procedimental.
   Diseño mediante refinamientos sucesivos.
   Procedimientos y funciones.
   Paso de parámetros.
   Recursión.
6. Tipos de datos definidos por el programador:
   Tipos enumerados.
   Vectores.
   Registros y ficheros.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Bibliografía básica:

Schildt, H. C: *Manual de referencia*. Osborne-McGraw-Hill, 2002.
Deitel, H.M., Deitel, P.J. *Cómo programar en C/C++*. Prentice Hall. 2001.
Stroustrup, B. *The C++ Programming Language*. Addison-Wesley. 2000.
Eckel, B. *Thinking in C*. 2ª Edición. Prentice-Hall. 2000.
Disponible en versión electrónica en http://www.bruceeckel.com

Bibliografía recomendada:

Gregorio Rodríguez, L. F. Llana Díaz, R. Martínez Unanue, P. Palao Gostanza, C. Pareja Flores, *Ejercicios de Programación Creativos y Recreativos en C++,* Prentice Hall, 2002.
Francisco Charte, *Programación con C++ Builder 5,* Anaya Multimedia, 2000.
Gary J. Bronson, *C++ para Ingeniería y Ciencias,* International Thompson Editores, 2000.
Walter Savitch, *Resolución de problemas con C++: El objetivo de la programación,* Prentice Hall, 2000.

EVALUACIÓN:

Examen final en Febrero y Examen extraordinario de Septiembre. Se tendrá en cuenta la asistencia y la participación en clase a la hora de resolución de las prácticas propuestas.

340. TRANSMISIÓN DE DATOS

Curso: 3º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Teoría de Circuitos.

PROGRAMA:

1. Espectro continuo y discreto de una señal.

2. Señales de prueba: Delta, escalón y pulsos.

3. Características de propagación: Distorsión, retardo de fase y grupo.

4. Filtrado de señales.

5. Modulación y demodulación. Moduladores y demoduladores.

EVALUACIÓN:

Teórico y de problemas.

OBSERVACIONES

Necesaria para obtener la titulación de Ingeniería Electrónica.

341. FÍSICA ESTADÍSTICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**314,320,312,323,342**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**387,356,363,410**

PROGRAMA:

1. Descripciones mecánica y termodinámica de los sistemas macroscópicos.
2. Variables aleatorias.
3. Postulados fundamentales de la Física Estadística clásica y cuántica.
4. Ergodicidad, límite termodinámico y ruptura de simetría.
5. Colectividad microcanónica. Entropía y temperatura. Gas ideal clásico. Paramagnetismo. Temperaturas absolutas negativas.
6. Colectividad canónica. Función de partición. Teorema de la equipartición.
7. Estadística de Maxwell-Boltzmann. Estadística de Planck. Gas de fotones. Gas de fonones.
8. Colectividad macrocanónica. Estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac. Límite clásico.
9. Condensación de Bose-Einstein.
10. Gas de electrones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Statistical Mechanics. K. Huang, Wiley (1987).
2. Statistical Mechanics, R. K. Pathria, Pergamon Press (1977).
3. Thermodynamics and Statistical Mechanics. W. Greiner, L. Neise y H. Stöcker, Springer (1995).
4. 100 problemas de Física Estadística, C. Fernández Tejero y J. M. Rodríguez Parrondo, Alianza Editorial (1996).
5. Física Estadística del equilibrio. Fases de la materia. C. Fernández Tejero y M. Baus, Aula Documental de Investigación (2001).

EVALUACION:

Los exámenes constan de problemas y ejercicios. Para su realización el alumno dispondrá de los apuntes de clase y de los problemas realizados durante el curso. Al finalizar los exámenes, las soluciones de los problemas y ejercicios se mostrarán en el tablón de anuncios.

342. MECÁNICA CUÁNTICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**323,324**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Postulados
2. Simetrías contínuas. Imágenes de evolución temporal.
3. Representaciones de posición , momento, energía.
4. Momento angular.
5. Potenciales centrales: Átomo de Hidrógeno no-reletivista.
6. Método Varacional y Perturbaciones independientes del tiempo.
   Perturbaciones dependientes del tiempo.
7. Teoría de colisiones.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

-L.E. Ballentine, *Quantum Mechanics,* Prentice Hall, Englewoods Cliffs, New Jersey (1990)
-C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe: *Mécanique Quantique,* Hermann, París (1973); edición en inglés: *Quantum Mecanics,* Wiley Intersciences (1977).
-A. Galindo, P. Pascual, *Mecánica Cuántica,* 2 vol. Etdenit Universidad, Madrid (1989); edición en inglés: *Quantum Mechanics,* 2 vol., Springer-Verlag (1989 y 1990).
-L. Shiff, *Quantum Mechanics,* McGraw-Hill, New York, 3a. edición (1968).
-R. Shankar, *Principles of Quantum mechanics,* 2nd ed., Plenunm Press (1994)

EVALUACIÓN:
El examen constará de cuestiones teóricas y problemas.

343. MECÁNICA TEÓRICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

PROGRAMA:

Exponer la formulación hamiltoniana de la Mecánica CIásica, así como su relación con otras partes de la Física, y establecer los principios generales del medio continuo de modo que se puedan particularizar a diferentes tipos de medios.

1.-Ecuaciones canónicas de Hamilton.

2.-Transformaciones canónicas, paréntesis de Poisson y leyes de conservación en la formulación hamiltoniana.

3.-Teoría de Hamilton-Jacobi.

4.-Teoría de perturbaciones canónica e introducción al movimiento caótico.

5.-Cinemática del medio continuo.

6.-Dinámica del medio continuo.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Amold, V.I., *Mecánica Clásica: Métodos Matemáticos,* Parinfo, 1983.
Fung, Y.C., *Foundations of Solid Mechanics*, Prentice-Hall, 1965
Goldstein, H., *Mecánica Clásica* (2ª. edición), Reverté, 1987
Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., *Mecánica,* Reverté, 1988.,'
Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., *Mecánica de Fluidos,* Reverté, 1986.
Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., *Teoría de la elasticidad,* Reverté, 1969.
Lichtenberg, A.J. y Liebennan, M.A., *Regular and stochastic motion,* Springer-Verlag, 1983.
Malvern, L.E., *Introduction to the mechanics of a continuous medium,* Prentice-Hall 1969.
Meirovitch, L., *Methods of analytical dynamics,* McGraw-Hill, 1970.
Rañada, A., *Dinámica clásica,* Alianza 1990.
Saletan, E.J. y Cromer, A.H., *Theoretical mechanics,* Wiley 1971.

EVALUACIÓN:
De naturaleza teórico-práctica.

344. ELECTRODINÁMICA CLÁSICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**309,310,302**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1.- Ecuaciones de Maxwell.
2.- Relatividad especial y covariancia de las ecuaciones de Maxwell.
3.- Formulación lagrangiana de la electrodinámica clásica.
4.- Simetrías y cantidades conservadas.
5.- Ondas electromagnéticas.
6.- Radiación de cargas en movimiento.
7.- Desarrollos multipolares.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J. D. Jackson. *Classical Electrodynamics*. 3 ed. Wiley and Sons. N. Y. (1999).
- L.D. Landau y E.M. Lifshitz. *Teoría clásica de campos*. Reverté. Barcelona (1986).
- F. Rohrlich. *Classical charged particles*. Addison-Wesley. Londres. (1990).
- Bo Thidé. *Classical Electrodynamics*. http://www.plasma.uu.se/CED/Book/index.html

EVALUACIÓN:

El examen consistirá en una prueba escrita, de carácter teórico-práctico. Para aprobar la asignatura será imprescindible el haber realizado las prácticas que tendrán lugar a lo largo del curso.

345. FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366,323,324**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 6

PROGRAMA:

Se pretende proporcionar una introducción a los aspectos estructurales más importantes de los sólidos, especialmente vibraciones de las redes y estructuras electrónicas, y su relación con distintas propiedades.

1. **Física del Estado Sólido.** Cristales. Difracción.
2. **Cohesión en los sólidos.** Tipos de sólidos según el enlace.
3. **Vibraciones de las redes cristalinas**. Aproximación armónica. Fonones. Calor específico. Modelos de Einstein y Debye. Temperatura de Debye.
4. **Electrones en cristales**. Modelo de electrones libres. Potencial periódico. Bandas de energía. Metales aisladores y semiconductores. Dinámica de electrones.
5. **Propiedades dieléctricas**. Polarización. Campo eléctrico macroscópico y local. Ferroelectricidad.
6. **Propiedades magnéticas de los sólidos**. Diamagnetismo y paramagnetismo. Ferromagnetismo.
7. **Superconductividad**. Fenómenos fundamentales. Introducción a la teoría BCS.
8. **Sólidos reales**. Defectos. Defectos puntuales y dislocaciones.
   Laboratorio.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Solid State Physics. H. Ibach, H. Lüth. Ed. Springer
- Introducción a la Física del Estado Sólido. C. Kittel. Ed. Reverté, 1993
- Solid State Physics. H. P. Myers. Ed. Taylor & Francis
- Solid State Physics. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. Ed. Saunders College.
- The wave mechanics of electrons in metals. S. Raimes. Ed. North Holland, 1970.

EVALUACIÓN:

Se realizará un único examen al final de la asignatura, el cual constará tanto de aspectos prácticos como de contenidos teóricos.

346. FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Obligatoria

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**323,324,342**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**360,361**

Créditos: 6

PROGRAMA :

I) : Física Atómica.
-TEMA 1. Átomos polielectrónicos. Campo central. Orbitales. Configuraciones. Resolución numérica de las ecuaciones radiales. El modelo estadístico de Thomas -Fermi. Aplicaciones. El campo autoconsistente de Hartree y Hartree-Fock. Principios variacionales.
-TEMA 2. La interacción electrostática residual. El acoplamiento de Russell-Saunders. Energías de los términos. La interacción spín-órbita. Energía de los niveles y regla de Landé.
-TEMA 3. Efecto de campos externos eléctricos y magnéticos sobre el átomo. Efecto Stark . Efectos Zeeman y Paschen-Back. La estructura hiperfina. Determinación experimental y aplicaciones metrológicas.

II). Física Molecular.
-TEMA 1. Aproximación de Bohr-Oppenheimer. Estructura electrónica de moléculas diatómicas. Curvas de potencial. Ejemplos .
-TEMA 2. Vibración y rotación en moléculas diatómicas. Determinación de las energías de vibración y rotación. Constante de anarmonicidad. Distorsión centrífuga.

III). Emisión y Absorción de Radiación por Átomos Y Moléculas.
-TEMA 1. Emisión dipolar eléctrica. Fuerza de línea y fuerza de oscilador. Probabilidades de transición. Reglas de selección en átomos.
-TEMA 2. Espectros de moléculas diatómicas. Transiciones rotacionales, vibro-rotacionales y electrónicas. Factores de Franck-Condon. Intensidades de líneas y de bandas .

TEXTOS RECOMENDADOS.
-Physics of atoms and molecules. B.H. Bransden y C.J. Joachain. Longman Scientifical and Technical. 1991.
-Atoms and Molecules. M. Weissbluth. Academic Press. New York. 1978.
-Atomic Spectra and Radiative Transitions. I.I. Sobelman. Springer Verlag, Berlín 1992.

EXAMENES.
-El examen consistirá una prueba escrita en el que se incluirán partes teóricas y prácticas. Por otra parte también se tendrán en cuenta en la evaluación final la labor realizada en el laboratorio y los ejercicios realizados a lo largo del curso.

347. FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

PROGRAMA:

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**323,324,342**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**359, 376**

Física nuclear:

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.

Partículas:

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.

TEXTOS RECOMENDADOS:

W.N. Cottingham, D.A. Greenwood: *An Introduction to Nuclear Physics*. Cambridge Univ. Press, 1990

K.S. Krane. *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley, New York, 1988

R. Fernández Alvarez-Estrada y M. Ramón Medrano. *Partículas Elementales*. Eudema (Grupo Anaya), Madrid, 1988

W.S.C. Williams. *Nuclear and Particle Physics*. Oxford Univ.Press, Oxford, 1990

EVALUACION:
Prácticas y exámenes finales que constarán de cuestiones y problemas.

348. ELECTRÓNICA I

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**345,315,316,321,322**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**349**

PROGRAMA:

1. Semiconductores en equilibrio
Estructuras cristalinas. Bandas de energía en sólidos. Conducción en sólidos. Materiales semiconductores. Densidad de estados. Semiconductores intrínsecos. Dopado de semiconductores.

2.Semiconductores fuera del equilibrio
Movimiento de portadores en campos eléctricos. Efecto Hall. Corrientes de difusión. Generación y recombinación de portadores. Ecuación de continuidad. Aplicaciones de los semiconductores.

3. Unión P-N
Unión en equilibrio. Unión en polarización. Circuito equivalente de l unión.

4 Aplicaciones de la unión P-N
Rectificadores. Sensores de temperatura. Células solares. Diodos PIN. Emisores de radiación.

5. Transistor Bipolar
Estructura y principio de operación. Corrientes y parámetros característicos. Modelo de Ebers-Moll. Características del transistor.

6. Aplicaciones de los transistores
Nociones básicas de amplificación. Amplificadores monoetapa. Amplificadores multietapa. Respuesta en frecuencia de los amplificadores.

7. Transistor MOSFET

Estructura MOS ideal. Transistor MOSFET. Circuito equivalente. Amplificadores con transistores MOSFET.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. Albella J. M. y Martínez Duart J. M. *" Fundamentos de Electrónica Física y Microelectrónica"*, Addison Wesley, 1996.
2. Neamen D.A., *"Semiconductor Physics and Devices",* Irwin, 1992
3. Sze S. M. , "*Semicoductor devices. Physics and technology"* John Wiley and Sons, 1985
4. Tyagi M.S., *"Introduction to Semiconductor Material and Devices"*, John Wiley and Sons, 1991

EVALUACIÓN:
Se realizará un examen de cuestiones teóricas y problemas.

349. ELECTRÓNICA II

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**348**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

0. Resumen de teoría de circuitos.

1.- Amplificadores Operacionales. Características ideales de un Amplificador Operacional. Desviaciones del Amplificador Operacional real del Amplificador Operacional ideal. Un caso de estudio: el Amplificador Operacional 741.

2.- Aplicaciones lineales de los Amplificadores Operacionales.
Aplicaciones básicas: Sumadores, Amplificadores diferenciales de instrumentación. Filtros activos.

3.- Aplicaciones no lineales de los Amplificadores Operacionales.
Comparador de señales. Conversores D/A y A/D.

4.- Circuitos digitales. Introducción. Características estáticas de los circuitos digitales. Características dinámicas de los circuitos digitales. Transistor bipolar en conmutación. Transistores FET en conmutación.

5.- Familia lógica TTL. Inversor TTL básico. NAND TTL.

6.- Familia lógica CMOS. Inversor CMOS. NAND y NOR CMOS.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J. Millman, A. Grabel, "Microelectrónica", Hispaano-Europea, 1993.
- T.L. Floyd, "Fundamentos de Sistemas Digitales", Prentice Hall, 1997.
- D. Schilling, C. Belove, "Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados", McGraw Hill, 1993.
- M.N. Horenstein, "Microelectrónica: Circuitos y Dispositivos", Prentice Hall, 1997.

EVALUACIÓN:
Examen teórico-práctico.

350. AMPLIACIÓN DE QUÍMICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Cinética formal. Velocidad de reacción. Métodos experimentales de caracterización. Ecuaciones integradas. Dependencia de la velocidad con la temperatura. Reacciones elementales y complejas.

2. Reacciones complejas. Reacciones cerca del equilibrio químico: reacciones reversibles. Reacciones paralelas. Reacciones consecutivas: estado estacionario y preequilibrio. Mecanismos de reacción. Reacciones unimoleculares en gases: mecanismo de Lindeman-Hinshelwood. Energía de activación en una reacción compleja. Reacciones en cadena: reacciones explosivas y de polimerización. Reacciones en disolución.

3. Dinámica molecular de reacciones. Teoría de colisiones en gases: secciones eficaces reactivas. Teoría del complejo activado. Dinámica molecular: superficies de energía potencial. Métodos experimentales.

4. Catálisis homogénea. Catalisis y catalizadores.Catalisis ácido-base específica y general. Catálisis enzimática: mecanismo de Michaelis-Menten. Autocatálisis. Reacciones oscilantes: mecanismos.

5. Procesos fotofísicos y fotoquímicos. Interacción materia-radiación. Leyes fundamentales. Procesos fotoquímicos primarios. Reacciones fotoinducidas. Transiciones radiativas y no radiativas. Distribución intramolecular de energía. Procesos secundarios. Estado fotoestacionario. Ejemplos.

6. Interacción gas-sólido: Fisisorción. Interacciones gas-superficie. Composición de la superficie sólida: defectos superficiales y técnicas de caracterización. Adsorción física de gases: isoterma B.E.T. Determinación de áreas superficiales. Dinámica de procesos superficiales: velocidades de adsorción y desorción.

7. Quimisorción y catálisis heterogénea. Enlace químico con la superficie: modificación estructural de la superficie. Isotermas de Langmuir y de Freundlich. Coadsorción. Quimisorción y actividad catalítica. Mecanismos de Langmuir-Hinshelwood y de Eley-Rideal. Tipos de catalizadores y ejemplos de reacciones catalizadas.

8. Electroquímica de equilibrio. I Funciones termodinámicas de formación de iones. Potencial químico. Estados de referencia. Coeficiente de actividad iónico medio. Teoría de Debye-Hückel.

9. Electroquímica de equilibrio. II Procesos de transferencia de carga: células galvánicas y electrolíticas. Potenciales estándar. Tipos de células. Termodinámica de células galvánicas: ecuación de Nernst. Potencial de difusión. Baterías primarias y secundarias. Células de combustible.

10. La interfase electrificada. La interfase electrodo-electrolito. Diferencias de potencial en las interfases electrificadas. Electrodos idealmente polarizables y no polarizables. Electrocapilaridad. Capacidades de interfase. La doble capa rígida y doble capa difusa. Modelo de Stern. - Procesos electrocinéticos.

11. Cinética electródica. I Velocidad de transferencia de carga: ecuación de Butler-Volmer. Sobretensión y polarización. Aproximaciones a campo alto y bajo. Sobretensión de concentración: modelo de Nernst. Densidad de corriente límite. Polarografía.

12. Cinética electródica. II Células electrolíticas. Predicción de las reacciones de electrólisis. Electrodeposición. Velocidad de los procesos electroquímicos. Corrosión: velocidad de corrosión y eliminación de la corrosión.

13. Compuestos no estequiométricos ligados a defectos puntuales. Regla de las fases y no estequiometría. Defectos de Schottky y de Frenkel. Termodinámica estadística de defectos puntuales. Ejemplos. Transporte en sólidos y defectos puntuales.

14. Compuestos no estequiométricos ligados a defectos extensos. Estructuras de cizalla. Estructuras Vernier. Estructuras de crecimiento y adaptativas. Compuestos no estequiométricos de interés práctico.

BIBLIOGRAFÍA

• Physical Chemistry, P.W. Atkins,Oxford Univ. Press, New York, 1998.
• Fisicoquímica, I.N. Levine, McGraw Hill, Madrid, 1996. (Vol. 2)
• Physical Chemistry, D.A. McQuarrie, J.D. Simon, Univ. Sci. Books, California, 1997.
• Cinética Química, A.G. Ureña, Síntesis, Madrid, 2001.
• Fundamentos de Cinética Química, S.R. Logan, Addison-Wesley,2000.
• Physical Chemistry of Surfaces, A.W. Adamson, Wiley, New York,1997.
• Introduction to Surface Chemistry and Catalysis, G.A. Somorjai,Wiley, New York, 1994.
• Electrochemistry, C.M.A. Brett, A.M.Oliveira, Oxford, New York,1993.
• Chemistry of Non-stoichiometric Compounds, K. Kosuge, Oxford Sci.Pubs.
• Química del Estado Sólido, N.B. Hannay, Alhambra
• Solid State Physics, N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Saunders, Philadelphia, 1988.

EVALUACIÓN: Se realizarán un examen parcial y un examen final. Los alumnos que obtengan una nota igual o superior a cinco en el examen parcial podrán realizar un examen final acerca de las lecciones no incluidas en el examen parcial. Se realizarán un examen parcial y un examen final. Los alumnos que obtengan una nota igual o superior a cinco en el examen parcial podrán realizar un examen final acerca de las lecciones no incluidas en el examen parcial.

351. FÍSICA COMPUTACIONAL

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**309,310**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Objetivos: Analizar los métodos numéricos que se utilizan para la resolución de las ecuaciones que aparecen en Física Clásica y Cuántica. Introducir el método de Monte Carlo para problemas de Física Estadística.

PROGRAMA :

1.- Método de diferencias finitas para ecuaciones diferenciales ordinarias: problemas de valor inicial y de contorno.

2.- Método de diferencias finitas para ecuaciones diferenciales en derivadas parciales: problemas de evolución y estacionarios.

3.- Técnicas numéricas en Física Cuántica.

4.- Técnicas numéricas en Física Estadística: El Método de Monte Carlo

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J.D. Lambert, *Computational Methods in Ordinary Differential Equations,* John Wiley & Sons (1973)
- R.D. Richtmyer y K.W. Morton, *Difference Methods for Initial Value Problems,* John Wiley (1967)
- A.R. Mitchell y D.F. Griffiths, *The Finite Difference Method in Partial Differential Equations,* John Wiley, (1980)
- D. Porter, *Computational Physics,* John Wiley (1973)
- P. Tao, *An Introduction to Computational Physics,* Cambridge University Press (1997)
- W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky y Y.W.T. Vetterling, *Numerical Recipes in C,* Cambridge University Press (1991)
- K. Binder y D.W. Heerman, *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics,* Springer (1997)
- D. Stauffer y A. Aharony, *Introduction to Percolation Theory,* Taylor & Francis (1994)

EVALUACIÓN: Trabajos prácticos obligatorios y examen teórico.

352. TEORÍA DE GRUPOS.

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Geometría Diferencial

PROGRAMA:

1. Grupos finitos. Acción de un grupo sobre un conjunto, órbitas. Teorema de Lagrange. Productos directo y semidirecto. Determinación de los grupos finitos de rotaciones. Teorema de Sylow sobre los p-grupos.
2- Representaciones de los grupos finitos. Representaciones y reducibilidad. La representación regular. Lemas de Schur. Producto tensorial de representaciones. Enteros de Clebsch-Gordan. Relaciones de ortogonalidad. Caracteress. Conjugación.
3.- Grupos topologicos. Grupos de matrices. Topología del grupo G.L.(n, K). Descomposición polar en GL(n, C). Y homeomorfismo correspondiente. Grupos topológicos: Componentes conexas. Grupos de Lie locales. Álgebra de Lie de un grupo de Lie local. Homomorfismo de grupos de Lie locales.
4.- Grupos de Lie. Grupos de Lie. Campos de vectores y formas diferenciales y variantes. Álgebra de Lie. Aplicación exponencial. Subgrupos de Lie y subálgebra de Lie. Los grupos de Lie de matrices clásicos: su topología y sus álgebras de Lie. Homotopía: Grupos simplemente conexos.
5.- Representaciones de los grupos de Lie compactos. Medida y variante sobre un grupo de Lie compacto. Descomposición de una representación en representaciones irreducibles. Relaciones de ortogonalidad. Teorema de Peter-Weyl. Caracteres. Representaciones de los grupos de Heisenberg, SO(3), SU(2), sl(2)...

TEXTOS RECOMENDADOS:

- J.E.Humphreys. I*ntroduction to Lie Algebras and representation theory.* Springer-Verlag.
- C. Chevalley *Theory of Lie Croups.* Princeton University Pres.
- Sagle,A y Walde, E. *Introduction to Lie groups and Lie algebras.* Academic Press.
- W. Miller, Jr. *Simmetry-Group and their app*lications.Academic Press.

353. MECÁNICA CUÁNTICA AVANZADA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Se recomienda haber cursado la asignatura optativa: Variable Compleja.

PROGRAMA:

1. **Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo**.
   Imágen de Dirac. Desarrollo perturbativo del operador de evolución. Aproximación de Born. Perturbaciones armónicas. Resonancia. Regla de oro de Fermi. Teoría semiclásica de la interacción radiación-materia. Aproximación súbita. Aproximación adiabática.
2. **Teoría de colisiones**.
   Colisión de una partícula por un potencial: matriz S y secciones eficaces. Unitariedad y teorema óptico. Estados de colisión estacionarios. Funciones de Green. Ecuaciones de Lippmann-Schwinger. Serie de Born y aproximación de Born. Diagramas de Feynman. Colisión elástica de dos partículas. Potenciales con simetría esférica. Desarrollo de la amplitud de colisión en ondas parciales. Desfasajes.
3. **Mecánica cuántica relativista**.
   Ecuación de Klein-Gordon y ecuación de Dirac. Covariancia Lorentz de la ecuación de Dirac. Soluciones de la ecuación de Dirac libre y su interpretación física. Interacción de una partícula de Dirac con un campo electromagnético externo.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. A. Galindo, P. Pascual. *Quantum mechanics II*. Springer Verlag, 1990
2. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloé. *Mécanique Quantique. Tome II*. Hermann, 1973
3. L.I. Schiff. *Quantum Mechanics*. McGraw-Hill, 1968
4. H.A. Bethe, R. Jakiw. *Intermediate Quantum Mechanics*. Benjamin, 1968
5. J.R. Taylor. *Scattering Theory*. John Wiley, 1972
6. L. Landau, E. Lifchitz. *Physique Théorique*. Tome 3: *Mécanique Quantique*. Editions MIR, Moscu 1988.
7. L. Landau, E. Lifchitz. *Physique Théorique*. Tome 4: *Electrodynamique Quantique*. Editions MIR, Moscu 1988.
8. J.D. Bjorken, S.D. Drell. *Relativistic Quantum Mechanics*. McGraw-Hill, 1964.
9. J.J. Sakurai. *Advanced Quantum Mechanics*, Wesley, 1967.
10. C. Itzykson, J.B. Zuber. *Quantum Field Theory*. McGraw-Hill, 1980

EVALUACION:

Los exámenes consistirán en la resolución de problemas y cuestiones teóricas y prácticas.

OBSERVACIONES:

Es fundamental cursar esta asignatura si se desea cursar en quinto curso las asignaturas: Teoría Cuántica de Campos y Partículas Elementales. Esta asignatura pretende completar los conocimientos de mecánica cuántica adquiridos en las asignaturas troncales de física y mecánica cuántica, en los siguientes temas: teoría de perturbaciones dependientes del tiempo, teoría de colisiones, y mecánica cuántica relativista.

354. TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**342,353,344,341**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**363**

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

Tema 1: Campos escalares. Renormalización y grupo de renormalización.
Tema 2: Fermiones y variables de Grassman.
Tema 3: Teorías gauge no abelianas: Simetría BRS y reglas de Feynman.
Tema 4: Teorías gauge no abelianas: Renormalización y grupo de Renormalización.
Tema 5: Matriz *S* y fórmulas de reducción.

TEXTOS RECOMENDADOS:

D. Bailin and A. Love, *Introduction to Gauge Field Theory*. Institute of Physics Publishing
M.E. Peskin and D.V. Schroeder. *An introduction to Quantum Field Theory*. Addison-Wesley
B. Hatfield. *Quantum Field Theory of Point Particles and Strings*. Perseus Books
C. Itzykson and J-B. Zuber. *Quantum Field Theory*. Mc Graw-Hill
S. Weinberg. *The Quantum theory of fields*. Vol I and II. Cambridge University Press
W. Siegel. *Fields*.
http://inst.physics.sunysb.edu/siegel/plan.html o http://xxx.unizar.es/ps/hep-th/9912205.

EVALUACION: Trabajos y resolución de ejercicios que se entregarán, periódicamente, durante el curso.

355. RADIOFÍSICA

Curso: 4º/5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1) Producción y propiedades de los rayos X.- Radiación característica. Radiación de frenado. Tubos de rayos X.

2) Conceptos básicos de Física Nuclear.- Desintegración alfa, beta y gamma. Fisión y Fusión nuclear. Leyes de desintegración. Activación de isótopos.

3) Producción de radiaciones de alta energía.- Aceleradores electrostáticos. El ciclotrón. El sincrotrón. Aceleradores lineales. Otros métodos de aceleración.

4) Interacción de radiaciones ionizantes con la materia I: rayos X y gamma.- Efecto fotoeléctrico. Scattering Thomson. Scattering Rayleigh. Efecto Compton. Producción de pares.

5) Interacción de radiaciones ionizantes con la materia II: Partículas cargadas.- Perdidas de energía por ionización. Bremsstrahlung. Emisión de radiación Cherenkov.

6) Detección y medida de radiaciones I: Instrumentación.- Detectores de gas. Centelleadores. Detectores semiconductores. Detectores de neutrones. Electrónica ya procesado de impulsos. Estadística de recuento.

7) Detección y medida de radiaciones II: Dosimetría.- Definiciones. Cantidades y unidades. Determinación de la dosis absorbida. Técnica de Monte Carlo. Protección frente a la radiaciones.

8) Aplicaciones.- Medicina: diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Aplicaciones cronológicas. Detectores de partículas de alta energía. Telescopios de rayos gamma. Otras aplicaciones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1) Glenn F. Knoll: Radiation Detection and Measurement. John Wiley and Sons (1979)

2) H. E. Johns and J.R. Cunningham: The Physics of Radiology. Charles C. Thomas Press (1983)

3) D. W. Andersen: Absorption of lonizing Radiation. University Park Press (1984)

4) W. R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. Springer-Verlag (1987)

EVALUACIÓN: Examen escrito que incluirá una parte teórica y otra práctica. Se valorará la labor realizada en el laboratorio así como los trabajos realizados a lo largo del curso.

OBSERVACIONES: Aún no siendo necesaria para ninguna orientación específica es de gran interés para todas ellas por sus múltiples aplicaciones. Además proporciona las bases para la especialización profesional de Radiofísico.

http://top.gae.ucm.es/radiofisica/

356. SISTEMAS FUERA DEL EQUILIBRIO

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**314,320,341,370**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Dinámica de Fluidos

PROGRAMA:

1. **Ecuación de Boltzmann.** Derivación. Solución de equilibrio local: Maxwelliana. Teorema H y sus consecuencias. Producción de entropía.

2. **Aplicaciones.** Plasmas. Semiconductores. Aislantes.

3. **Ecuaciones de la dinámica de fluidos.** Ecuación de Euler. Disipación en fluidos. Coeficientes de transporte. Ecuación de Navier-Stokes.

4. **Modos normales y coeficientes de transporte.** Linealización de las ecuaciones de los fluidos. Modos normales, ondas sonoras y modos de cizalla. Fórmulas de Green-Kubo.

5. **Funciones de correlación temporal.** Definición y propiedades. Teoría de la respuesta lineal. Fluctuaciones hidrodinámicas. Teoría de Landau-Placzek.

6. **Movimiento Browniano. Procesos Estocásticos.** Descripción macroscópica y microscópica. Teoría de Einstein. Coeficiente de difusión. Descripción de Langevin. Definición y propiedades de los procesos estocásticos. Teoría de Langevin del movimiento Browniano. Teorema de fluctuación-disipación.

7. **Ecuación de Fokker-Planck.** Funciones de probabilidad y su dinámica. Procesos de Markov. Ecuación de Fokker-Planck.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- R. Balescu, *Equilibrium and Non-equilibrium Statistical Mechanics*, John Wiley and Sons, 1975.

- J. Keizer, *Statistical Thermodynamics of Nonequilibrium Processes*, Springer Verlag, 1987.

- P. Resibois y M. de Leener, *Classical Kinetic Theory of Fluids*, John Wiley and Sons, 1977.

EVALUACIÓN: Los exámenes (junio y septiembre) constarán de ejercicios y problemas en los que el alumno podrá utilizar los apuntes de clase.

357. ÓPTICA ESTADÍSTICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Los correspondientes a las asignaturas Óptica I y Óptica II de la licenciatura en Ciencias Físicas.

OBJETIVOS:
La profundización en la teoría escalar clásica de la difracción, teoría clásica de la coherencia parcial, revisión de interferómetros básicos y aplicaciones.

PROGRAMA:
1. Propagación, difracción y esparcimiento de luz y otras ondas electromagnéticas: Ecuaciones diferenciales para ondas electromagnéticas. Aproximación escalar. Concepto de potencial óptico. Funciones de Green para las ecuaciones de ondas. Principios de la teoría de la difracción. Aproximaciones. Elementos de esparcimiento de ondas.

2. Señales espacio-temporales: Caracterización de una señal temporal. Caracterización de una señal espacial. Sistemas lineales espacio-temporales. Representación analítica de señales temporales. Propiedades estadísticas. Generalización: Señal espacio-temporal no-monocromática.

3. Coherencia óptica: Revisión del interferómetro de Michelson. Revisión del interferómetro de Young. Función de coherencia mutua. Propiedades estadísticas de la función de coherencia mutua. Propagación de la función de coherencia mutua. Magnitudes radiométricas.

4. Correlación de fotones: Parámetro de degeneración. Condiciones de observación. Límite de la descripción clásica de la correlación.

BIBLIOGRAFÍA:
- J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, Mc Graw-Hill, New York, segunda edición, 1996.
- L. Mandel y E. Wolf, *Optical Coherence and Quantum Optics*, Cambridge University Press, 1995.
- J. W. Goodman, *Statistical Optics,* John Wiley & Sons, Wiley Series in Pure and Applied Optics, New York, 1985.
- E. L. O' Neill, *Introduction to Statistical Optics*, Dover Publications, Inc., New York, 2nd Edition (corregida), 1993.

OBSERVACIONES:
Esta asignatura tiene asignados 1,5 créditos de laboratorio experimental en el que se realizan prácticas de procesado óptico de la información y de holografía.

EVALUACIÓN: Examen con una parte de teoría y otra parte de cuestiones prácticas. La nota final es la media de ambas calificaciones. El laboratorio puede suponer un punto positivo en la calificación final.

358. GRAVITACIÓN Y COSMOLOGÍA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**331,365**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Gravitación.

1.1 Teoría newtoniana de la gravitación (resumen).
1.2 Principio de equivalencia fuerte.
1.3 Gravitación y geometría.
1.4 Teoría einsteiniana de la gravitación.
1.5 Geometría Schwarzschild.
1.6 Pruebas clásicas de la TGE.
1.7 Ondas gravitacionales.
1.8 Colapso gravitacional y agujeros negros.

2. Cosmología.

2.1 Principios cosmológicos.
2.2 Dinámica cosmológica.
2.3 Modelo cosmológico estándar.
2.4 Problemas actuales.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Estudio:

General Relativity and Relativistic Astrophysics, N. Straumann, Springer 1984.
Gravitation and Cosmology, S. Weinberg, Wiley 1972.
Gravitation, C.W. Misner, K.J. Thorne & J.A. Wheeler, Freeman 1973.
The Early Universe, E.W. Kolb & M. S. Turner, 2ª edición, Addison-Wesley 1994.
Principles of Physical Cosmology, P.J.E. Peebles, Princeton 1993.
Cosmological Physics, J. Peacock, Cambridge 1999.

Consulta:

Theory and Experiment in Gravitational Physics (Revised edition), C.M.Will, Cambridge 1993.
General Relativity, R.M. Wald, Chicago 1984.
Introducing Einstein's Relativity, Ray d'Inverno, Oxford 1992.
The Large Scale Structure of Space-Time, S. Hawking & G. Ellis, Cambridge 1973.
Soluciones Exactas en Relatividad General. Colapso Gravitacional y Agujeros Negros, L. Mas & A. Galindo, Editorial UCM 1983.

EVALUACIÓN: Los exámenes serán de naturaleza mixta teórico-práctica, y se realizarán en la forma que, como de costumbre, fijamos al comenzar las clases de la asignatura tras discutir posibles alternativas con los alumnos.

359. ESTRUCTURA NUCLEAR

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**346,342**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Interacción nucleón-nucleón. Isoespín. El deuterón. El pión.
2. Espín y momentos nucleares.
3. Desintegraciones nucleares. Desintegración alfa. Fisión.
4. Desintegración beta.
5. Desintegración gamma. Espectroscopia gamma.
6. Astrofísica Nuclear: nucleosíntesis en las estrellas y primordial.
7. Aplicaciones de la Física Nuclear.

TEXTOS RECOMENDADOS:

K.S. Krane, Introductory Nuclear Physics (Wiley, 1988)

EVALUACION:

Examen final o intermedio+final (50%), un conjunto de ejercicios que se entregan (25%) e informe de laboratorio (25%). Es necesario aprobar el laboratorio. Es obligatorio entregar una ficha. Dicha ficha será imprescindible para poder entregar ejercicios.

Es obligatoria la realización de una sesión práctica de laboratorio (3,5 horas) durante el mes de Noviembre. Consulta las páginas web del laboratorio de Física Nuclear y de Partículas: http://nuclear.fis.ucm.es/LABORATORIO

La información relevante aparece en la página web de la asignatura:

http://nuclear.fis.ucm.es/estructura.html

360. PROCESOS MOLECULARES

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**323,324,341,346**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**369,373**

OBJETIVOS: El conocimiento de las moléculas en interacción con la radiación y con otras moléculas, y la relación con temas como: las nubes interestelares, la atmósfera, diversos láseres, conversión de energía, transferencia de energía en procesos biológicos fundamentales, óptica no lineal, memorias moleculares, etc., el problema de la forma molecular y de ciertas propiedades clásicas (como un problema cuántico fundamental de decoherencia).

PROGRAMA:
1. Introducción.
2. Rotación de moléculas poliatómicas.
3. Modos normales de vibración de moléculas poliatómicas. Simetrías.
4. Efectos en los espectros de rotación pura y de vibración-rotación. Detección de moléculas interestelares.
5. Procesos Raman.
6. Estadística de espín de los núcleos.
7. Estructuras multiestables. Procesos de inversión en moléculas no planas. Rotación interna. Quiralidad.
8. Desdoblamientos por interacciones no adiabáticas.
9. Autofunciones electrónicas de simetría adaptada en moléculas poliatómicas. Configuraciones electrónicas.
10. Transiciones electrónicas radiativas. Procesos no radiativos internos a la molécula y molécula-medio.
11. Resonancia magnética nuclear y de espín electrónico en moléculas. Aplicación al estudio de la conformación y dinámica molecular.

TEXTOS RECOMENDADOS:
- "Molecular Quantum Mechanics", P. W. Atkins y R. S. Friedman. Oxford Univ., 3ª edic., Oxford 1997.
- "Espectroscopía Molecular", Ira N. Levine. Editorial AC, Madrid 1980.
- "Mecánica Cuántica no-relativista", L.D. Landau y E.M. Lifshitz, Editorial Reverté, Barcelona 1967.
- "Group Theory and Quantum Mechanics", M. Tinkham. McGraw-Hill, London 1964.
- "Microwave Spectroscopy", Townes and Schalow, McGraw-Hill, 1955.
- "Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry", Haken and Wolf, Springer, 1994.

EVALUACIÓN: Examen por escrito ordinario en junio y extraordinario en septiembre. Serán valorados los ejercicios o trabajos realizados durante el curso.

361. PROCESOS ATÓMICOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA :

-TEMA 1. El acoplamiento intermedio en Física Atómica. Los acoplamientos puros y las transformaciones entre ellos. Ejemplos.

-TEMA 2. La interacción de configuraciones. La interacción electrostática en este caso. Los niveles de autoionización. Ejemplos.

-TEMA 3. Cálculo de probabilidades de transición E1. Ejercicios en el aula.

-TEMA 4. Transiciones prohibidas. Las transiciones dipolares magnéticas. Reglas de selección. Transiciones cuadrupolares eléctricas. Reglas de selección. Aplicaciones en Metrología y Astrofísica.

-**TEMA 5.** Excitación de niveles atómicos por colisión con partículas cargadas.
Aproximaciones de Born y de Born-Bethe. Cálculo de secciones eficaces. Ejercicios en el aula.
Comparación con resultados experimentales y determinación el Laboratorio.

-TEMA 6. Los átomos muy ionizados. Características de su espectrometría. Métodos de generación de estas especies. Plasmas producidos por láser.

- Seminarios complementarios. La espectrometría de moléculas ligeras y la producción de átomos excitados por disociación.

TEXTOS RECOMENDADOS.
-Atomic Spectra and Radiative Transitions. I.I. Sobelman. Springer Verlag, Berlín 1992.
-Excitation of Atoms and Broadening of Spectral Lines.I.I.Sobelman,L.A.Vainshtein, E.A.Yukov.Springer Verlag.Berlín 1995.

EXAMENES.
-El examen consistirá una prueba escrita. El mayor peso en la evaluación final corresponderá a la labor realizada en el laboratorio y los ejercicios hechos a lo largo del curso.

362. RELATIVIDAD GENERAL

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**309,310,365**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Geometría Diferencial Avanzada.

PROGRAMA:

. Ecuaciones de Einstein. Tensores de energía-momento: fluido perfecto; campo electromagnético. Geodésicas y curvatura por el método lagrangiano.

. Isometrías. Vectores de Killing. Invariancia temporal: caso estacionario vs. caso estático. Constantes del movimiento. Espacios de curvatura constante. Killings homotéticos y conformes.

. Ecuaciones de estructura de Cartan. Forma de conexión y de curvatura. Coeficientes de espín.

. Tétradas. Espinores. Símbolos de Infeld-van der Waerden. Tensor de Weyl. Tipos de Petrov.

. Algunas soluciones exactas: Kerr; Kerr-Newman; de Sitter; ondas planas. Horizontes y ergoregiones .

. Fluidos autogravitantes. Expansión, vorticidad y deformación. Ecuación de Euler. Ecuación de Raychaudhuri.

. Sistemas axisimétricos estacionarios. Ecuación de Ernst. Momentos multipolares. Transfomaciones de Bäcklund. Fluidos con rotación diferencial.

. Radiación. Unicidad para métricas de agujeros negros. Singularidades. Positividad de la energía. Técnicas de cálculo simbólico.

TEXTOS RECOMENDADOS:

I. Ciufolini y J.A. Wheeler*: Gravitation and Inertia*. Princeton University Press, 1995.
L.P. Eisenhart, *Riemannian Geometry*. Princeton University Press, 1997.
D. Kramer et al.: *Exact Solutions of Einstein's Field Equations*. Cambridge University Press, 1981.
A.P. Lightman et al.: *Problem Book in Relativity and Gravitation*. Princeton University Press, 1975.
M.B. Monagan et al.: *Maple V Programming Guide*. Springer, Berlín-Nueva York, 1998
C.W. Misner, K.S. Thorne y J.A. Wheeler: *Gravitation*. W.H. Freeman, San Francisco, 1973.
Rotating Objects and Relativistic Physics: Proceedings of the El Escorial Summer School n Gravitation and General Relativity 1992 (F.J. Chinea y L.M. González-Romero, eds.). Lecture Notes in Physics 423, Springer, Berlín-Nueva York, 1993.
B.F. Schutz, *A First Course in General Relativity*. Cambridge University Press, 1985.
J. Stewart: *Advanced General Relativity*. Cambridge University Press, 1993.
F. Wright: *Computing with Maple 6*. Chapman and Hall, 2001.

EVALUACIÓN:

Examen "con libros", con énfasis en la resolución de problemas.

363. FENOMENOS COLECTIVOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**341**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

1. Comportamiento de Escala. Transiciones de Fase.

- Comportamiento de escala y análisis dimensional.
- Descripción de una transición de fase. Propiedades generales.
- Modelos.
- Aproximación de Campo medio.

2. Teoría de Landau.

- El Hamiltoniano de Ginzburg-Landau.
- Formulación en el continuo. Integrales Funcionales.
- Teoría de Landau de las transiciones de fase.
- Funciones de correlación.
- Validez de la teoría de Landau: el criterio de Ginzburg.
- La integral de camino en mecánica cuántica: Relación entre la mecánica estadística y la teoría cuántica de campos.

3. Teoría de Wilson del grupo de renormalización.

- Bloques de espín. Superficies críticas y puntos fijos.
- Comportamiento de escala en las proximidades del punto fijo: campos de escala, exponentes críticos, Universalidad.
- Grupo de renormalización en el espacio real. El modelo de Ising.
- Grupo de renormalización en el espacio de momentos. El modelo gaussiano.
- Efectos de tamaño finito.

4. Cálculo perturbativo de exponentes críticos: expansión en epsilon.

- Desarrollos en serie en 4-d.
- Los puntos fijos gaussiano y de Wilson-Fisher.

5. Simulaciones numéricas.

- Métodos de Monte Carlo. Algoritmos locales y de Cluster. Técnicas de análisis.
- Modelo de Ising.
- Campos contínuos.
- Campos de gauge.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1. M. Le Bellac. *Quantum and Statistical Field Theory*. Clarendon Press, Oxford, 1991.
2. J. Cardy. *Scaling and Renormalization in Statistical Physics*. Cambridge University Press, 1996.
3. N. Goldenfeld. *Scaling, Universality and Renormalization Group Theory*. Addison-Wesley, 1992.
4. G. Parisi. *Statistical Field Theory*. Addison-Wesley, 1988.
5. J.J. Binney, N.L. Dowrick, A.J. Fisher and M.E.J. Newman. *The Modern Theory of Critical Phenomena*. Clarendon Press, Oxford, 1992.
6. A.D. Sokal en *Quantum Fields on the Computer*. Editor M. Creutz, World Scientific, 1992.

EVALUACION:Los exámenes consistirán en la resolución de problemas y cuestiones.

364. ANÁLISIS FUNCIONAL

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**300,301,302,309,310,332**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**352,353,354,363,376**

PROGRAMA:

I. Espacios lineales normados

1. Espacios métricos completos
2. Espacios de Banach
3. Espacios de Hilbert
4. Bases ortonormales y series de Fourier

II. Operadores lineales

1. Operadores acotados
2. Espectro y resolvente
3. Operadores no acotados

III. Teoría de distribuciones y transformada de Fourier

1. Espacios de funciones suaves
2. Distribuciones. Producto de convolución
3. Transformada de Fourier

BIBLIOGRAFÍA:

N. Boccara, *Functional Analysis. An Introduction for Physicists.* Academic Press, Boston, 1990.
L. Abellanas, A. Galindo, *Espacios de Hilbert (Geometría, Operadores, Espectros).* Eudema, Madrid, 1987.
M. Reed, B. Simon, *Methods of Modern Mathematical Physics, vols I, II.* Academic Press, New York, 1972.

EVALUACIÓN:

Un examen teórico y práctico sobre el programa.

OBSERVACIONES:

El contenido de la asignatura es imprescindible en el campo de la física matemática y teórica.

365. GEOMETRÍA DIFERENCIAL AVANZADA

Curso: 4º **Cuatrimestre: 1º** **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Conveniente geometría diferencial clásica.

PROGRAMA :

Manejo y comprensión de las técnicas geométricas utilizadas en relatividad general, teorías gauge y otras teorías actuales.

1.- Análisis tensorial.
Campos tensoriales. Derivada de Lie. Contracciones.

2.- Formas diferenciales y álgebra exterior.
Formas. Derivada exterior. Lema de Poincaré y teorema de Frobenius. Integrabilidad, Teorema de Stokes. Aplicaciones: Ecuaciones diferenciales y simetrías; ecuaciones de Hamilton y formas simplécticas.

3.- Geometría riemanniana y pseudo-riemanniana.
Métrica, Dual Hodge, Símbolos de Christoffel . Geodésicas. Curvaura. Tensores de Riemann, Ricci y Weyl. Hipersuperficies. Isometrías. Aplicaciones: Ecuaciones de Maxwell; Ecuaciones de Einstein.

4.- Conexiones.
Conexiones. Ecuaciones de estructura de Cartan. Aplicaciones: medidas invariante en grupos de Lie; Teorías gauge.

TEXTOS RECOMENDADOS

-L.P. Eisenhart, *Riemannian Geometry,* Princeton University Press, Princeton 1997.
-S. Sternberg, *Lectures on Differential Geometry* (2nd Edition), Chelsea, N.Y. , 1982
-H. Flanders, *Differential Formswith Applications to the Phisical Sciences*, Dover, N.Y. , 1990
-C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler, Gravitation", Freeman, San Francisco, 1973.
-S. Gallot, D. Hulin, J. Lafontaine, *Rieman Geometry* (2nd Edition), Springer, Berlin 1993.

EVALUACIÓN:
Énfasis en la resolución de problemas. Examen escrito.

OBSERVACIONES:
Indicada si se desea cursar la asignatura Relatividad General.

366. FUNDAMENTOS DE ASTROFÍSICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**329**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**375**

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Astrofísica (Primer ciclo)

PROGRAMA:

1.- Fotometría estelar. Luminosidad. Magnitudes aparentes y absolutas. Indices de color. Extinción atmosférica.
2.- Temperaturas estelares. El cuerpo negro. Relación color-temperatura.
3.- Observación y análisis de los espectros estelares. Clasificación espectral de las estrellas. Clases de Luminosidad. Diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R).
4.- Estrellas binarias y parámetros estelares. Binarias visuales: relación Masa-Luminosidad. Binarias espectroscópicas: curva de velocidades radiales. Binarias eclipsantes o fotométricas: curva de luz. Sistemas binarios con componentes próximas entre sí.
5.- Estrellas variables. Análisis de las estrellas pulsantes. Variables eruptivas o explosivas: novas y supernovas.
6.- Evolución estelar. Formación de estrellas. Secuencia principal. Fases evolutivas avanzadas (gigantes rojas). Fases finales (enanas blancas, estrellas de neutrones o pulsares y agujeros negros).
7.- El Sol como una estrella. Estructura interna. Atmósfera solar: fotosfera, cromosfera y corona.
8.- El Sol activo. Manchas solares. El ciclo solar. Actividad cromosférica. Fulguraciones. Viento solar. Origen de la actividad solar.
9.- El medio interestelar. Polvo y gas interestelar. Enrojecimiento interestelar. Exceso de color. Nebulosas interestelares.
10.- La Galaxia. Estructura galáctica. Rotación galáctica. La estructura espiral.
11.- Las galaxias. Clasificación morfológica. Dimensiones. Luminosidades. Masas.
12.- Galaxias con formación estelar intensa. Galaxias activas. Cuasares.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Introduction to stellar astrophysics.Vol.1: Basic stellar observations and data. E. Böhm-Vitense (Ed. Cambridge University Press)
- The New Cosmos. A. Unsöld - B. Baschek (Ed. Springer-Verlag)
- Astronomy: Structure of the Universe. A.E. Roy and D. Clarke (Ed. Adam Hilger Ltd.)

Fundamental Astronomy. H. Kartunen, P. Kröger, H.Oja, M. Poutanen, K.J. Donner (Eds.) (Springer-Verlag)

- An Introduction to Modern Stellar Astrophysics. D.A. Ostlie, B.W. Carroll (Addison-Wesley Publishing Company, Inc.)

EVALUACIÓN: Examen de teoría y problemas.

367. ASTRONOMÍA OBSERVACIONAL

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**300,301**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**368**

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Algebra y cálculo a nivel elemental. Mecánica y ondas.

PROGRAMA:

Tema I.- Sistemas de referencia I: Coordenadas geográficas. Esfera celeste. Coordenadas horizontales, horarias, ecuatoriales, elípticas, galácticas.
Tema 2.- Sistemas de referencia II: Matrices de rotación : Cambio de coordenadas. Movimiento diurno. Movimiento ánuo del Sol.
Tema 3.- Escalas de tiempo. Tiempo sidéreo. Tiempo universal. Tiempo dinámico. Tiempo atómico. El año. Fecha juliana.
Tema 4.- Movimiento planetario: Elementos orbitales. Efemérides geocéntricas. Movimiento geocéntrico aparente. Fases. Observación de planetas
Tema 5.- Coordenadas geocéntricas: Refracción astronómica. El geoide. Paralaje geocéntrica.
Tema 6.- Coordenadas heliocéntricas: Paralaje anual. Determinación de distancias Aberración anual. Coordenadas aparentes.
Tema 7: Coordenadas medias: Precesión. Nutación astronómica
Tema 8.- Movimientos propios: Conceptos generales. Efecto sobre las coordenadas . Paralaje secular. Movimiento Solar.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Text-Book on spherical Astronomy. W.Smart, Cambridge Univ. Press (6 edición)
- Spherical Astronomy. Green R.M., Cambridge Univ.Press
- Astronomy : Principles and practice. A.E. Roy and D. Clarke. Adam Hilger

EVALUACIÓN:

- Examen de Teoría y problemas.
- El desarrollo de las prácticas y trabajos obligatorios (hasta un 25%)
- También se valorarán otras contribuciones (trabajos voluntarios, resolución de problemas ...)

368. DINÁMICA GALÁCTICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366,367**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA

1. **FUNDAMENTOS:** Sistemas de referencia. Distancias. Movimientos propios y velocidad radial. Absorción interestelar. Descripción de la Galaxia.
2. **RECUENTO DE ESTRELLAS:** Distribución aparente de las estrellas. Métodos de recuentos de estrellas. Distribución de estrellas y composición química. Poblaciones estelares.
3. **EL MOVIMIENTO SOLAR:** El Sistema Local de Reposo. Análisis del movimiento solar. Paralajes secular y estadística.
4. **CINEMÁTICA ESTELAR:** Componentes de la velocidad espacial. Cinemática de las estrellas del disco y del esferoide. Rotación galáctica. Determinación de las constantes de Oort y de la ley general de rotación.
5. **LA DINÁMICA DE NUESTRA GALAXIA:** Cuasicolisiones. Tiempo de relajación. El potencial galáctico. Modelos de la Galaxia.
6. **ÓRBITAS ESTELARES:** Órbitas circulares. Órbitas generales en el plano galáctico. Órbitas tridimensionales. Estructura espiral
7. **DINÁMICA DE CÚMULOS ESTELARES:** Ecuaciones del movimiento. Tiempo de relajación y recorrido libre medio. Desintegración de cúmulos y escape de estrellas. Efectos de la rotación galáctica. Estabilidad.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Spherical Astronomy*. R. M. Green. Cambridge University Press
- *Orbital Motion*. A. E. Roy. Adam Hilger
- *Galactic Astonomy*. D. Mihalas & J. Binney. Freeman and Company
- *Galactic Dynamics*. J. Binney & S. Tremaine. Princeton University Press

EVALUACIÓN:

Examen de teoría y problemas. S evalorará la realización de prácticas

369. ASTROFÍSICA ESTELAR (Atmósferas estelares)

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**366**

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Fundamentos de Astrofísica

PROGRAMA:

1.- Parámetros fundamentales de una atmosfera estelar.- Introducción.- Temperatura.- Gravedad en la superficie.- Composición química.
2.- Relaciones de equilibrio.- Equilibrio termodinámico.- Distribución de Maxwell.- Ecuación de excitación .- Ecuación de ionización .- Distribución de Planck.
3.- Teoría de las atmósferas estelares.- Introducción .- Campo de radiación .- Equilibrio termodinámico local (E.T.L.).
4.- Ecuación del transporte radiativo.- Formulación microscópica de la ecuación del transporte radiativo.- Formulación macroscópica.- La función fuente.
5.- Simetrías del sistema físico.- Líneas de absorción o líneas de emisión.- Integración de la ecuación del transporte.
6.- Los operadores L, Δ, Φ , K , su definición.- Primera relación de Eddington-Barbier.- El operador intensidad media.- Segunda relación de Eddington-Barbier.
7.- Atmósfera gris.- Cálculo de la intensidad de la radiación emergente.- La aproximación de difusión .- El caso real: métodos numéricos.
8.- Fuentes de opacidad en el continuo.- Relaciones de Milne-Eddington para el continuo.- Absorción continua del hidrógeno.- Absorción continua del ión negativo de hidrógeno.- Absorción continua del helio.- Difusión por electrones libres.
9.- Modelos de atmósferas estelares.- Introducción.- Cálculo de un modelo gris.- Determinación del flujo y control del modelo.
10.- Anchura equivalente de las líneas espectrales.- Ecuación del transporte radiativo en las líneas espectrales.- Resolución de la ecuación de transporte: Modelo de Milne-Eddington y Modelo de Schuster-Schwarzchild.
11.- Ensanchamiento de líneas espectrales.- Ensanchamiento natural.- Anchura Doppler.- Presión de ensanchamiento.
12.- Métodos de determinación de abundancias.- Coeficiente de absorción selectivo.- Perfiles sintéticos.- Curvas de crecimiento.
13.- Las desviaciones del Equilibrio termodinámico Local (No E.T.L.).- Influencia sobre la opacidad.- Ecuación de equilibrio estadístico.

TEXTOS RECOMENDADOS:
- Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors. E. Novotny; Oxford University Press
- Introduction to Stellar Astrophysics: Volume 2 , Stellar Atmospheres. E. Böhm-Vitense Cambridge University Press
- Stellar Atmospheres (second edit). D. Mihalas ; Editorial: W.H. Freeman and Company

EVALUACIÓN:
Construcción de un modelo de atmósfera estelar. Examen escrito de teoría y problemas.

370. DINÁMICA DE FLUIDOS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**312,318,314,309,310**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

Tema 1.- Introducción: Características de los fluidos Hipótesis de continuidad. Aspectos formales.
Tema 2.- Cinemática de los fluidos: Descripciones de Euler y Lagrange. Conceptos básicos. Tensor velocidad de deformación. Teorema de transporte.
Tema 3.- Ecuaciones fundamentales: Ecuación de continuidad. Tensor de esfuerzos. Ecuaciones de Euler y Navier-Stokes. Transporte de energía (disipación). Estática de fluidos
Tema 4.- Fluidos perfectos I: Teorema de Bernoulli. Flujo incompresible. Flujo potencial .Teorema de Kelvin. Sustentación y arrastre.
Tema 5.- Fluidos perfectos II: Flujo compresible. Ondas Acústica. Frentes de choque. Choques normales y oblicuos.
Tema 6.-Fluidos viscosos I: Soluciones analíticas de la ec. de Navier- Stokes. Semejanza dinámica análisis dimensional. Soluciones aproximadas.
Tema 7.-Fluidos viscosos II: Dinámica de la vorticidad. Capa límite (chorros, estelas).
Tema 8.- Fluidos en rotación: Fuerza centrífuga (figuras de equilibrio). Fuerza de Coriolis (nº de Rossby, movimiento geostrófico, columnas de Taylor).
Tema 9.- Ondas : Acústicas. De gravedad superficial. De gravedad interna. Inerciales. De Rossby.
Tema 10.- Inestabilidades: Inestabilidad de Rayleigh-Taylor. Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz. Convección.
Tema 11.- Turbulencia: Características del movimiento turbulento. Ecuaciones para el flujo medio (viscosidad turbulenta, longitud de mezcla). Descripción estadística.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Fluid Mechanics: Pijush K. Kundu. Academic Press Inc (1990)
- Physical Fluid Dynamics D.J. Tritton. Oxford Science Publications(1988)
- Fluid Dynamics for Physicists: T.E.Faber. Cambridge University Press (1995)
- Introducción a la dinámica de fluidos G.K. Batchelor. Dirección General del INM , Ministerio del Medio Ambiente. (Publicación B-37)

EVALUACIÓN:

Examen de teoría y problemas.
Se valorará el desarrollo de trabajos con carácter voluntario

371. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN ASTROFÍSICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 1.5 teóricos+3 prácticos

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366,367**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**375**

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Primer ciclo, Fundamentos de Astrofísica y y Astronomía Observacional.

Telescopios ópticos. Detectores de uso astronómico. Fotometría fotoeléctrica. y CCD. Técnicas fotométricas. Espectroscopía. Observaciones solares avanzadas.

PROGRAMA (teoría):

TELESCOPIOS ÓPTICOS: Telescopios. Efectos de la atmósfera en la observación astronómica. Óptica activa. Óptica adaptativa.
DETECTORES: Parámetros fundamentales. Emulsión fotográfica. Detectores fotoeléctricos. Detectores de estado sólido.
FOTOMETRIA: Objetivos. Fotometría visual y fotoeléctrica. Fotometría fotográfica. Fotometría CCD. Métodos de observación y reducción.
ESPECTROSCOPIA: Objetivos. Espectrómetros. Dispersores. Diseños de espectrógrafos. Métodos de observación y reducción.

PRÁCTICAS A REALIZAR:
Se realizarán prácticas tanto de observación como en laboratorio entre las que se incluyen: Calibración de una cámara CCD. Fotometría de estrellas variables. Fotometría de un cúmulo. Observaciones espectroscópicas. Observaciones solares. Espectroscopía solar.

TEXTOS RECOMENDADOS

Astronomy: Principles and Practice.
A.E. Roy, D. Clarke. Adam Hilger Ltd., Bristol.

Astrophysical Techniques.
C.R. Kitchin. Adam Hilger ltd. Bristol.

Astronomical Observations.
G. Walker. Cambridge Univ. Press.

Electronic and Computer-Aided Astronomy.
I.S. McLean. Ellis Horwood ltd. John Wiley & Sons.

EVALUACIÓN: Examen de teoría y evaluación del trabajo de prácticas.

372. ESTRUCTURA INTERNA Y EVOLUCIÓN ESTELAR

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Fundamentos de Astrofísica

PROGRAMA:

1. Ecuación de estado en el interior estelar
2. Equilibrio radiativo y transporte convectivo
3. Ecuación de equilibrio energético
4. Opacidad del interior estelar
5. Ecuaciones de equilibrio de la estructura interna
6. Resolución de las ecuaciones de estructura interna
7. Modelos politrópicos
8. Nucleosíntesis estelar
9. Introducción a la evolución estelar
10. Evolución pre-secuencia principal
11. La secuencia principal
12. Evolución post-secuencia principal
13. Supernovas
14. Estrellas degeneradas

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis.* D.D. Clayton. McGraw-Hill
- *Astrophysics I. Stars.* R.L. Bowers y T. Deeming. Jones & Bartlett Publ. Boston
- *Introduction to Stellar Astrophysics Vol 3. Stellar Structure and Evolution.* E. Böhm-Vitense. Cambridge University Press

EVALUACION: Examen fundamentalmente teórico y realización de prácticas consistentes en la construcción de un modelo de interiores estelares.

373. ASTROFÍSICA DEL MEDIO INTERESTELAR

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Fundamentos de Astrofísica

PROGRAMA (Teoría):

- EL MEDIO INTERESTELAR: Componentes. Procesos físicos. Métodos de observación.

- **REGIONES HII:** Nebulosas de hidr\'ogeno. Nebulosas que contienen metales. Determinación de parámetros físicos. Determinación de abundancias químicas.

- POLVO: Extinción. Composición. Formación y destrucción de los granos. Emisión.

- **MOLECULAS Y FORMACION ESTELAR:** Moléculas interestelares. Nubes moleculares. Formación estelar espontanea e inducida.

PROGRAMA (prácticas):

Durante el curso cada alumno realiza un trabajo integrado en un grupo reducido (dos o tres alumnos). Cada equipo recopila bibliografía reciente en los libros recomendados y en revistas especializadas sobre uno de los temas que se ofrecen y elabora una memoria. Los trabajos se exponen al resto de la clase.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- The Physics of the Interstellar Medium.
J.E. Dyson \& D.A. Willians. Institute of Phsics Publishing. Bristol.

- Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei.
D.E. Osterbrock. University Science Books, California

- Physics of the Galaxy and Interstellar Matter.
H. Scheffler \& H. Elsasser. Springer-Verlag. Heidelberg.

- The Dusty Universe. A. Evans. John Wiley \& Sons, Chichester.

EVALUACION: Examen de teoría y evaluación del trabajo de clase.

374. ASTROFÍSICA EXTRAGALÁCTICA Y COSMOLOGÍA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366,371,369**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Fundamentos de Astrofísica. Astrofísica Estelar.

PROGRAMA:

1.- Propiedades de las galaxias. Modos de agrupación. Estructura a gran escala. Distancias: calibradores primarios, supernovas, relación Tully-Fisher, plano fundamental, efecto Sunyaev-Zeldovich, retraso por lente gravitacional, ley de Hubble. Fotometría: leyes de luminosidad y diámetros. Función de luminosidad. Caracterización de muestras astrofísicas: efectos de selección, completitud.
2.- Masas de galaxias y cúmulos de galaxias. Interacciones y fusiones.
3.- Galaxias con formación estelar intensa. Clasificación. Procesos radiativos. Estructura y origen.
4.- Contenido estelar. Indicadores cualitativos. Tasa de formación estelar.
5.- Galaxias activas. Propiedades y clasificación. Cuasares: procesos radiativos, espectro continuo y de líneas, modelo estándar, lentes gravitacionales, líneas de absorción, bosque de Lyman. Esquemas unificados.
6.- Observaciones de significado cosmológico. Recuento de galaxias. Radiación de fondo microondas y en otras frecuencias. Controles astronómicos de la Relatividad General. Cosmocronología.
7.- Cinemática del universo en expansión. Métrica de Robertson-Walker. Geodésicas. Horizontes y causalidad. Interpretación de la ley de Hubble.
8.- Dinámica. Modelos de Friedmann. Cosmologías Λ. Edad del universo.
9.- Termodinámica. Distribuciones en equilibrio estadístico. Entropía. Temperatura de los neutrinos. Número bariónico.
10.- Nucleosisntesis primordial. Desviaciónes del equilibrio estadístico nuclear. Abundancias nucleares.
11.- Física de la recombinación. Recombinación. Desacoplamiento de los fotones. Física de la última difusión.
12.- Universo en los muy primeros instantes. Era de Planck. Teorías de la Gran Unificación. Periodo inflacionario. Transición quark-hadrón.
13.- Fluctuaciones de densidad. Origen. Espectro de las fluctuaciones. Evolución de la masa de Jeans. Amortiguamiento de las fluctuaciones. Formación de las grandes estructuras. Origen de las galaxias elípticas y espirales.
14.- Controles observacionales. Distancia métrica. Magnitud bolométrica. Diagrama teórico de Hubble. Diámetro angular. Volumen-desplazamiento al rojo. Radiación de fondo producida por fuentes. Medidas de q_o, Ω_o y Λ.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Galaxies and Cosmology. F.Combes, P.Boissé, A. Mazure, A. Blanchard (Springer)
The Early Universe. E.W.Kolb y M.S. Turner. (Adisson Wesley Pub. Co.)
Galaxies: Structure and Evolution. R.J.Tayler (Cambridge University Press)

EVALUACION Cuestiones teóricas y problemas.

375. AMPLIACIÓN DE TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN ASTROFÍSICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 1,5 teóricos y 3,5 prácticos

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**366,371,367**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**375**

PROGRAMA:

Tema 1.- Principios sobre detección. Mecanismos responsables de la emisión.
Corrección por enrojecimiento. Medida de velocidades.
Tema 2.- Determinación de temperaturas, densidades y abundancias quimicas.
Tema 3.- Procesado y análisis de imagenes CCD.
Técnicas de reducción de datos.
Tema 4.- Procesado y análisis de espectroscopía con CCD.
Tema 5.- Astronomía en el infrarrojo. Detectores en el infrarrojo cercano.
Tema 6.- Procesado y análisis de datos en el infrarrojo cercano.
Tema 6.- Procesado y análisis de datos en el infrarrojo cercano.
Tema 7.- Técnicas de observación y analisis en el infrarrojo lejano.
Detectores. Misiones espaciales.
Tema 8.- Técnicas de observación en altas energías: Ultravioleta, rayos X.
Tema 9.- Software de reducción de datos. Herramientas de análisis y reducción. Tratamiento digital de los datos.
Paquetes generales: MIDAS, IRAF, Starlink, IDL.
Tema10.- Recursos astronómicos en Internet. Observatorios virtuales. Bases de datos astrofísicos en Internet. Bases de datos sobre bibliografía.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:
Una parte fundamental de la asignatura lo constituyen los creditos de prácticas de laboratorio. Entre estas prácticas se incluyen: Reducción de imágenes CCD con MIDAS. Reducción de espectros CCD con Iraf. Reducción de imágenes infrarrojas con Iraf. Bases de datos en Internet. Petición de tiempo a un gran telescopio.

TEXTOS RECOMENDADOS:

"Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei". D.E. Osterbrock. 1989. University Science Books.
"Manual practico de Astronomía con CCD". D. Galadi e I. Ribas. 1998. Omega.
"Electronic imaging in Astronomy". I.S. McLean. 1997. Wiley-Praxis
"Handbook of infrared astronomy". I.S. Glass. 1999. Cambridge Univ Press

EVALUACION

Cuestiones teoricas, problemas, memoria escrita de las practicas de laboratorio.

OBSERVACIONES

Se realiza una práctica de observación nocturna fuera de Madrid, en un lugar de óptimas condiciones para la observación.

376. PARTICULAS ELEMENTALES

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Mecánica Cuántica Avanzada y Teoría Cuántica de Campos (esencial para poder seguir la asignatura)

PROGRAMA:

1. Introducción.
2. Electrodinámica cuántica.
3. Cromodinámica cuántica.
4. Modelo electrodébil.
5. Modelo estándar.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- D.H. Perkins: *Introduction to High energy physics*, Addison Wesley (Reading 1982).
- T-P. Cheng y L-F. LI: *Gauge theories of Elementary particle physics*, Oxford University Press (Nueva York 1984).
- D. Griffiths: *Introduction to elementary particle physics*, Wiley (Nueva York 1987).
- H. Halzen y A.D. Martin: *Quarks and leptons: an introductory course in modern particle physics*, Wiley (Nueva York 1984).
- R.E. Marshak: *Conceptual foundations of Modern particle physics*, World Scientific (Singapur 1993).

EVALUACIÓN: Hojas de problemas y prueba escrita.

377. AMPLIACIÓN DE FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**345**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**383,384,,385,378,410**

PROGRAMA :

El Harniltoniano de un electrón en el sólido. Campo cristalino. El líquido de Fenffl. Cuasipartículas.

Bandas de energía. La estructura de bandas y superficies de Femi del Cu, Si y Fe.

Métodos de cálculo de estructuras de bandas. Determinación experirnental de bandas y superficies de Fernii. Fenómenos de transporte. Senúconductores

Segunda cuantificación y excitaciones elementales en sólidos. Fonones, Plasmones, Polarones, Excitones, Magnones y Polaritones. Determinación experimental de excitaciones en sólidos.

Estados electrónicos localizados. Estados en la zanja prohibida de energía. Estados de superficie.

Superconductividad. Teoría de Ginzburg-Landau. Parámetros superconductores. Tipos de superconductores.

Cohesión en sólidos iónicos, covalentes y metales. Aleaciones.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Solid State Physics H. Ibach, H. Lüth, . (Spríngeer)

Solid State Physics N. W. Ashcroffi, N. D. Mermin. (Holt Saunders)

Introduction to Solid State Physies C. Kittel (Seven Edition, Wiley)

EVALUACION:

La asignatura no tiene laboratorio. Constará de dos partes:

a) Resolución de ejercicios propuestos que se entregaran durante el curso y
b) Examen final escrito tipo test.

378. DEFECTOS EN SÓLIDOS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. **Defectos puntuales**. Clasificación. Densidad de defectos en equilibrio térmico. Métodos de creación de defectos. Observaciones y medida. Centros de color.
2. **Elementos de la teoría de la elasticidad**. Desplazamientos. Deformaciones. Tensiones. Ley de Hooke generalizada. Ecuaciones de equilibrio.
3. **Dislocaciones**. Descripción. Vector de Burgers. Campos de deformación y tensión creados por una dislocación. Energía de una línea de dislocación.
4. **Ecuación de Peach-Koehler**. Fuerza entre dislocaciones. Fuerza debida a defectos puntuales.
5. **Dislocaciones entre cristales FCC**. Dislocaciones parciales. Defectos de apilamiento. Maclas. Barrera de Cottrell-Lomer. Dislocaciones en cristales BCC y HCP.
6. **Defectos en semiconductores**. Control de la densidad de portadores. Impurezas. Vacantes e intersticiales, dadores y aceptores. Tipos de enlace. Dislocaciones en semiconductores.
7. **Multiplicación de dislocaciones**. Apilamiento de dislocaciones. Intersección de dislocaciones. Tensión de Peierls.
8. **Fronteras de grano**. Clasificación: Inclinación, rotación, mixtas. Energía de una frontera.
9. **Superficies e interfases**. Cristalografía de las superficies externas de un sólido. Estructura electrónica, superficial. Estados superficiales (Uniones p-n). Heteroestructuras.
   Laboratorio.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Elementary Dislocation Theory. J.Weertman and J.R.Weertman. Oxford University Press, 1992.
- Introducción to Dislocations. D. Hull and D.J. Bacon. Pergamon, 3rd ed. 1994.
- Introduction to Solid State Physics. Ch. Kittell. John Wiley and Sons, 7th ed., 1996.
  (existe la 6ª ed. traducida en Editorial Reverté).

EVALUACION:

Se realizará un examen al final del período lectivo, que comprenderá tanto temas teóricos como ejercicios prácticos o problemas. De ordinario será escrito, y de duración no muy superior a las dos horas.

379. PROPIEDADES MAGNETICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

Momento magnético del electrón y del átomo
Experimento de Stem-Guerlach. Razón giromagnética y efectos giromagnéticos. El momento magnético en los sólidos.

Magnetismo lineal
Susceptibilidad magnética de un sistema de momentos no interactivos. Imposibilidad de magnetismo en la teoría clásica. Magnetismo de superconductores. Termodinámica y Magnetismo.

Interacciones entre momentos magnéticos
Interacciones magnetostáticas. Interacción de canje directo e indirecto en metales y aislantes. Magnetorresistencia gigante. Estructuras magnéticas, vidrios de espín. Ondas de espín. Magnones. Ley de Bloch. Difracción de neutrones.

TEXTOS RECOMENDADOS:
C. Kittel, Introducción a la Física del Estado Sólido, Reverté 3ª ed
A. Herpien, "Theorie du Magnetisme", Presses Universitaires de France
A. Hemando y J.M. Rojo, "Magnetismo y Materiales Magnéticos".

EVALUACIÓN:
Un examen **final** que constará de problemas y ejercicios.

380. TÉCNICAS DE MICROSCOPIA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
asignatura optativa de Difracción y Espectroscopía de Sólidos

PROGRAMA

1. Introducción a la Microscopía Electrónica. Clases de microscopios. Lentes magnéticas.
2. Microscopía electrónica de barrido. Dispositivo experimental. Interacción electrón- muestra. Modos de operación en el MEB
3. Microscopía electrónica de transmisión. Instrumentación. Dispersión de electrones por la muestra. Contraste de dispersión. Contraste de difracción. Contraste de fase. Microscopía de alta resolución
4. Métodos de análisis en microscopía electrónica. Espectroscopía de pérdida de energía. Microanálisis por rayos-X. Comparación con otras técnicas espectroscópicas.
5. Microscopías de campo próximo. Microscopía de efecto túnel. Microscopía de fuerzas.
6. Otras técnicas de microscopía. Microscopía confocal.
7. Introducción al análisis y tratamiento de imágenes.

- Se realizan prácticas de microscopía electrónica y microscopía túnel.

TEXTOS RECONENDADOS

L.Reimer, Scanning Electron Microscopy, Springer
L.Reimer, Transmission Electron Microscopy, Springer
D.B.Williams, C.Barry Carter, Transmission Electron Microscopy, Pienum
M.Aballe y otros, Microscopía Electrónica de Barrido y microanaálisis de rayos X, CSIC-Rueda

EVALUACION
Se realiza un examen escrito al terminar el curso

381. PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**313,319,321,322**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**375**

PROGRAMA:

Introducción.

1. Propagación de la radiación en medios materiales.
2. Modelos microscópicos de las constantes ópticas.
3. Reflexión y refracción en interfases
4. Técnicas experimentales de caracterización óptica.
5. Emisores y detectores de radiación.
6. Propiedades electroópticas y magnetoópticas.
7. Propiedades acustoópticas.
8. Guías de onda y fibras ópticas.
9. Comunicaciones ópticas.
10. Materiales semiconductores.
11. Procesado de materiales.

BIBLIOGRAFÍA:

- "OPTICAL PROPERTIES OF SOLIDS", F. Wooten. American Press, New York, 1992
- "HANDBOOK OF OPTICAL CONSTANTS OF SOLIDS", E.D. Palik. Academic Press, Orlando, 1991.
- "OPTICAL MATERIALS", S. Mukisant. Marcel Dekker, New York, 1985.
- "HANDBOOK OF INFRARED OPTICAL MATERIALS", P. Klocek. Marcel Dekker, New York, 1991.

EVALUACIÓN: Examen por escrito. Podrá tenerse en cuenta además ejercicios o trabajos realizados durante el curso.

382. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Los que se imparten en las asignaturas optativas 'Defectos en sólidos' y 'Cinética y equilibrio de sólidos'

PROGRAMA:

1. Generalidades: deformación elástica y plástica; magnitudes utilizadas para la caracterización mecánica de los materiales. ensayos mecánicos
2. Comportamiento elástico: elasticidad lineal; propagación de ondas en sólidos elásticos y medida de constantes elásticas.
3. Aneslasticidad y fricción interna: modelos fenomenológicos; causas microscópicas del comportamiento anelástico; medida de la fricción interna.
4. Comportamiento plástico: deformación macroscópica; deslizamiento y maclado; deformación plástica de monocristales y policristales; teorías del endurecimiento por trabajo en frío.
5. Endurecimiento: obstáculos fuertes y débiles; endurecimiento por solución sólida y por precipitación; por radiación.
6. Fatiga: la curva S-N; características estructurales y modelos.
7. Fluencia: origen de la fluencia; mecanismos microscópicos; superplasticidad
8. Fractura: clasificación de los modos de fractura; resistencia a la fractura y teoría de Griffith de la fractura frágil.
9. Fragilización: en presencia de metales; por hidrógeno; daño por irradiación; corrosión bajo tensión.
10. Características especiales de algunos materiales: aleaciones; materiales compuestos; polímeros; cerámicas.

TEXTOS RECOMENDADOS:
(1) Mechanical Behaviour of Materials
T H Courtney, McGraw-Hill, 1988
(2) Mechanical Metallurgy
G E Dieter, McGraw-Hill, 1988
(3) Engineering Materials (1) y (2)
M.F. Ashby y D.R.H. Jones, Butterworth, 1995

EVALUACIÓN:
Cuestiones y problemas sin libros ni apuntes en las fechas, horas y aulas programadas por el Decanato.

OBSERVACIONES:
Se recomienda cursar previamente las asignaturas optativas 'Defectos en sólidos' y 'Cinética y equilibrio de sólidos'

383. PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

También sería una buena introducción para esta asignatura la optativa de Primer Ciclo denominada Física de los Materiales.

PROGRAMA:

1.- El Campo electromagnético en medios materiales. Descripción microscópica de la polarización eléctrica.
Ecuaciones del campo. Condiciones de contorno. Fuerzas. Tipos de cargas y respuesta eléctrica. El campo local.

2.- Comportamiento dielectrico estático.Teorías semiestadísticas y estadísticas de la polarización.
Polarizabilidad electrónica e iónica. Teoría de Langevin. Teorías estadísticas de Kirkwood y Frohlich.

3.- Comportamiento dielectrico dinámico: descripción fenomenológica.
Respuestas en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Relaciones de Kramers-Kronig. Relajación ideal. Dispersión resonante.

4.- Teorías de la polarización dinámica.
Teoría molecular de Debye. Modelo de barrera para sólidos. Teoría de Lorentz de la absorción resonante. Teoría cooperativa de la respuesta dieléctrica en fases condensadas.

5.- Aislantes sintéticos orgánicos e inorgánicos.
Introducción. Comportamiento eléctrico de los Polímeros.

6.- Respuesta dieléctrica de sólidos cristalinos: ferroelectricidad y piroelectricidad.
Propiedades generales de los Ferroeléctricos y Piroeléctricos. Modelos teóricos.

7.- Métodos experimentales de medida de la permisividad.
Métodos en el dominio del tiempo. Métodos en el dominio de la frecuencia.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1) J.M. Albella y J.M. Martínez. "*Física de dieléctricos*". Marcombo (1984).
2) R. Coelho. "*Physics of dielectrics for engineers*". Elsevier (1979).
3) C.J.F. Botteher. "*Theory of Electric Polarization*". Vols. I y II. Elsevier (1978).
4) N.E. Hill y otros. "*Dielectric properties and molecular behavior*". Van Nostrand (1966).
5) V.V. Daniel. "*Dielectric Relaxation*". Academic Press (1967).
6) A.K. Jonscher. "*Dielectric relaxation in solids*". Chelsea Dielectrics Press. London (1983).
7) A.R. Von Hippel. "*Dielectric materials and applications*". M.I.T. Press (1954).

384. EQUILIBRIO Y CINÉTICA DE SÓLIDOS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**330**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: aunque no es imprescindible puede resultar útil haber cursado previamente la asignatura optativa de 1er ciclo Física de Materiales.

PROGRAMA:
Materiales cristalinos: estructuras y simetría: Elementos de simetría cristalina. Redes cristalinas. Celda unidad y celda primitiva. Ejemplos de estructuras cristalinas sencillas. Red recíproca. Zonas de Brillouin. Estructura cristalina de las superficies.
Difusión en sólidos: Difusión en aleaciones intersticiales. Difusión por movimiento de vacantes. Movimientos difusivos de largo alcance. Descripción macroscópica de la difusión. Difusión superficial.
Transformaciones de fase: Termodinámica de las transformaciones de fase. Procesos de nucleación y crecimiento. Interpretación de diagramas de fase. Transformaciones irreversibles. Ejemplos de transformaciones de fase. Introducción al tratamiento estadístico de las transiciones de fase.
Físico-química de superficies: Descripción y propiedades de las superficies. La interfase sólido-vapor. Adsorción. Reacciones en la superficie: quimiadsorción. Catálisis. Ejemplos de reacciones que tienen lugar en la superficie (oxidación, corrosión..).

TEXTOS RECOMENDADOS:
"Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales", W.D.Callister, Jr.
Ed. Reverté 1997
"The theory of transformations in metals and alloys", J.W.Christian,
Pergamon Press 1965
"Phase transformations in metals and alloys", D.A.Porter and K.E.Easterling, Chapman & Hall 1992
"Phase transitions in solids" C.N.R.Rao and K.J:Rao, McGraw-Hill 1978
"Physical Chemistry of surfaces", A.W.Adamson, Wiley 1990
"Introduction to surface chemistry and catalysis", G.A.Somorjai, Wiley 1994
"Fundamentos de química de superficies", G.A.Somorjai, Alhambra 1975
"Surfaces and interfaces of solid materials", H.Lüth, Springer 1998

EXÁMENES: Se realizará una prueba escrita sobre los contenidos tanto teóricos como prácticos tratados a lo largo del curso. La realización de las prácticas es requisito imprescindible para aprobar la asignatura. La forma de evaluación de las prácticas se les comunicará a los alumnos al comenzar el curso.

385. DIFRACCIÓN Y ESPECTROSCOPÍA EN SÓLIDOS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Aunque no es imprescindible, puede resultar útil haber cursado previamente la asignatura optativa de primer ciclo Física de Materiales

PROGRAMA:

1. Principios básicos de la interacción de la radiación con la materia.
2. Interacción de rayos X con sólidos. Dispersión elástica: difracción, determinación de estructuras. Dispersión inelástica: espectroscopía de fotoelectrones; espectroscopia de electrones Auger.
3. Interacción de electrones con sólidos. Dispersión elástica: difracción, determinación de estructuras. Dispersión inelástica: espectroscopia de rayos X por dispersión en longitudes de onda y dispersión en energías.
4. Interacción de neutrones con sólidos. Dispersión elástica: difracción, determinación de estructuras. Dispersión inelástica: espectroscopia de neutrones y el espectro vibracional del sólido.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Diffraction Methods in Materiaís Science. J.B.Cohen. The Memillan Company, New York, 1966.

Physical Methods for Materials Characterisation. P.E.J. Flewitt and R.K. Wild. Institute of Physies Publishing Ltd., Bristol, 1994.

EVALUACIÓN-.

Se considerarán los ejercicios, que incluirán teoría y problemas, realizados de acuerdo con el calendario de exámenes de la Facultad así como la calificación obtenida en el laboratorio de la asignatura.

386. FÍSICA DEL LÁSER

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Recomendable Física Molecular.

OBJETIVO:

Enseñar los fundamentos de la interacción radiación-materia, de la amplificación de la radiación y de los efectos que ésta produce en los materiales.

PROGRAMA:

12. Teoría de las perturbaciones dependientes del tiempo.
13. El campo clásico de radiación en cavidades.
14. Cuantificación del campo de radiación.
15. Cuantificación de la materia.
16. Interacción radiación-materia.
17. Anchuras de línea y ensanchamientos.
18. Estadística de poblaciones y radiación.
19. Amplificación de radiación.
20. Osciladores ópticos resonantes.
21. Fenómenos dinámicos en osciladores de radiación.
22. Sistemas láser.
23. Efectos de la radiación láser en materiales.
24. Aplicaciones de la radiación láser.

BIBLIOGRAFÍA:

- "QUANTUM ELECTRONICS", A. Yariy. John Wiley & Sons
- "THE QUANTUM THEORY OF LIGHT", R. Loudon. Oxford.
- "LASERS, PRINCIPLES AND APPLICATIONS", J. Wilson y J.F.B. Hawkes.Prentice & Hall.
- "INDUSTRIAL APPLICATIONS OF LASERS", J.F. Ready. Academic Press.
-

EVALUACIÓN: Un examen por escrito en cada convocatoria. El trabajo realizado durante el curso se tendrá en cuenta en la calificación.

387. TRANSICIONES DE FASE

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Fases de la materia. 2. Sistemas clásicos con interacción. 3. Estructura de los cristales. 4. Estructura de los fluidos. 5. Mezclas. 6. Cristales líquidos. 7. Polímeros. 8. Modelo de Ising. 9. Transiciones de fase. 10. Fenómenos críticos. 11. Interfases.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- N. W. Ashcroft y N. D. Mermin, Solid State Physics, Saunders (1976).
- C. Janot, Quasicrystals, Oxford (1998).
- J. P. Hansen y I. R. McDonald, Theory of Simple Liquids, Academic (1986).
- P. G. de Gennes y J. Prost, The Physics of Liquid Crystals, Oxford (1998).
- M. Doi, Introduction to Polymer Physics, Oxford (1996).
- H. E. Stanley, Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Oxford (1987).
- C. Fernández Tejero y M. Baus, Física estadística del equilibrio. Fases de la materia, Aula Documental de Investigación (2000).

EVALUACION:

Los exámenes constan de problemas y ejercicios. Para su realización el alumno dispondrá de los apuntes de clase y de los problemas realizados durante el curso. En la evaluación final se tendrán en cuenta las prácticas realizadas.

388. ORDEN Y DIMENSIONALIDAD EN SÓLIDOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**345**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**379,363,387,389,411**

PROGRAMA:

(Estudio de los fenómenos cooperativos en Sólidos, principalmente Magnetismo y Supercondiictividad. Efectos cuánticos originados por la reducción de la dimensionalidad del sistema.)

Fenómenos cooperativos en sólidos. Ejemplos: Orden magnético espontáneo, superconductividad, ferroelectricidad, ondas de densidad de carga, ondas de densidad de spin. Efectos cooperativos en el sistema periódico. La serie de transición del Fe. La serie de las tierras raras. El Hamiltoniano de Heisenberg-Dirac. ¿Por qué es ferromagnetico el Fe?

Teoría BCS de la Superconductividad. Efectos cuánticos macroscópicos en superconductores. Dispositivos de interferencia cuántica superconductora (SQUID). Superconductividad de alta temperatura.

Desorden composicional y topológico: Vidrios métalicos. Vidrios de spin.

De cero a tres dimensiones: El límite mesoscópico. Fabricación de películas, heteroestructuras, superredes y puntos y líneas submicrométricas semiconductoras y metálicas.

Superredes y heteroestructuras semiconductoras. Pozos cuánticos y dimensionalidad. Electrones en dos dimensiones. Efecto Hall cuántico.

Superredes metálicas. Efectos de dimensionalidad en superconductores. Magnetorresistencia gigante.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Theorie du Magnetisme A. Herpin (Press Universitaires de France)
Introduction to Superconductivity M. Tinkham (Wiley)
Solid State Physics H. Ibach, H. Lüth (Springer)

EVALUACION:

La asignatura no tiene laboratorio.

a) Ejercicios propuestos que se entregaran a lo largo del curso y
b) Exámen final tipo test.

389. MATERIALES MAGNÉTICOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

Los materiales magnéticos:
Aplicaciones de los materiales magnéticos. El campo coercitivo. Materiales duros y blandos. Control del ciclo de histéresis por composición y por la microestructura. Energía de imanación

Anisotropia magnética
Anisotropía estructural: Campo cristalino, interacción espín órbita. Modelo de cargas puntuales. Anisotropía de forma. Energía magnetostática. Anisotropia de pares. Magnetostricción. Anisotropía magnetoclástica.

Técnicas Experimentales
Magnetometría cuántica, SQUID, Efecto Mossbauer. Observación de dominios.

Nanoestructuras
Magnetismo de partículas pequeilas: las longitudes características. Superparamagnetismo. Nanocristales. Canje inter-granular. Canje entre diferentes fases. El problema de promediar la anisotropía macroscópica. Magnetismo de superficies y magnetismo de fronteras de granos: amorfos.

TEXTOS RECOMENDADOS:

A. Hernando y J.M. Rojo "Magnetismo y Materiales Magnéticos".
B.D. Cullity, Introduction to Magnetic Materials, Addison Wesley (1975)
S. Velayos, "Introducción al Magnetismo", UCM

EVALUACIÓN:
Un examen final que constará de problemas y ejercicios.

390. OCEANOGRAFÍA FÍSICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**370**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

CONOCIMENTOS PREVIOS:
Dinámica de fluidos.

PROGRAMA:

0. INTRODUCCION
1. PROPIEDADES DEL AGUA DEL MAR
2. NOCIONES DE OCEANOGRAFIA SINOPTICA
3. LAS ECUACIONES HIDRODINAMICAS
4. MOVIMIENTO PRODUCIDO POR LA ROTACION DE LA TIERRA Y LA DISTRIBUCION DE LA MASA
5. LA CORRIENTE GEOSTROFICA
6. CORRIENTES INERCIALES Y ECUACIONES DE VORTICIDAD
7. FENOMENOS DE TRANSFERENCIA: TURBULENCIA
8. CORRIENTES CON ROZAMIENTO
9. MODELOS DE CIRCULACION OCEANICA
10. OLAS Y OLEAJE
11. INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LAS MAREAS

TEXTOS RECOMENDADOS

1. VON ARX: "An Introduction to Physical Oceanography". Addison Wesley.
2. Mc LELLAN: "Elements of Physical Oceanography". Pergamon
3. NEUMANN-PIERSON: "Principles of Physical Oceanography". Prentice Hall
4. PICKARD-POND: "Introductory Dynamic Oceanography". Pergamon
5. LACOMBE: "Cours d'Océanographie Physique". Gautier Villard.
6. DEFANT: "Physical Oceanography". Pergamon Press.

EVALUACION

Se realizará un examen sobre la teoría expuesta, con algún supuesto práctico elemental.

391. ONDAS SÍSMICAS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**327,333**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra.

PROGRAMA:

1. Ecuaciones fundamentales de un medio elástico
2. Ondas elásticas en un medio infinito
3. Teoría de Modos Normales
4. Reflexión y refracción
5. Teoría General de Rayos
6. Rayos en medio plano y esférico
7. Ondas superficiales: Rayleigh y Love
8. Oscilaciones propias de la Tierra
9. Atenuación y Anisotropía
10. Representación de la fuente

TEXTOS RECOMENDADOS:

K. Aki y P. G. Richards. "Quantitative Seismology". W. H. Freeman, San Francisco, 1980

K.E. Bullen y B. A. Bolt. "An introducton to the theory of Seismology". Cambridge Uni. Press. 1985

T. Lay y T. Wallace. "Modern global Seismology". Academic Press. 1995

A. Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 1999

EVALUACIÓN:

Los exámenes abarcarán conceptos teóricos y problemas. La revisión de exámenes se hará después de realizarlos en el horario que se determinará

392. SISMOLOGÍA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**391,327,333**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra, Métodos Numéricos y Análisis de Señales, Ondas Sísmicas.

PROGRAMA:

1. Dromocronas y estructura interna de la Tierra. Observaciones y métodos. Corteza. Manto. Núcleo externo e interno.

2. Dispersión de ondas. Velocidades de grupo y fase. Métodos para la determinación de velocidad de Grupo y fase. Curvas de dispersión. Estructura interna de la Tierra.

3. Parámetros de los Terremotos. Localización del foco sísmico. Intensidad. Magnitud. Energía sísmica.

4. Mecanismo del foco sísmico. Foco puntual. Tensor momento sísmico. Modelos de fractura. Métodos para la determinación del mecanismo.

5. Sismicidad, sismotectónica y riesgo sísmico. Distribución espacio temporal. Modelos de ocurrencia de terremotos. Sismotectónica. Peligrosidad y riesgo sísmico. Predicción de terremotos.

6. Instrumentación sísmica. Sismográfo. Modelos analógicos y digitales. Sismogramas y Acelerogramas.

TEXTOS:

K.E. Bullen y B.A. Bolt. An introduction to the theory of Seismology. Cambridge University Press, 1985

T. Lay y T. Wallace. Modern global seismology. Academic Press, 1995

A. Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press, 1999

EVALUACIÓN:

Los exámenes abarcarán conceptos teóricos y prácticos. La revisión de exámenes se hará despues de realizarlos en horario que se determinará.

393. GEOMAGNETISMO : CAMPO INTERNO

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS :

Se recomienda que haya cursado las asignaturas optativas Física de la Tierra y Elementos de Geología del Primer Ciclo.

PROGRAMA:

1 Descripción general del Campo Magnético Terrestre. Elementos magnéticos y campos constituyentes. Cartas magnéticas.
2 Conceptos fundamentales del electromagnetismo aplicados al Campo MagnéticoTerrestre. Dipolos y multipolos.
3. Observación y medida del Campo Magnético Terrestre.
4.An□lisis armónico del Campo Principal.
5.Variaciones espacial y temporal del Campo Principal. Variación Secular e Inversiones de Polaridad. Excursiones magnéticas.
6. Paleomagnetismo. Magnetismo de las rocas
7. Origen del Campo Interno. Magnetohidrodinámica. Principio de la Dinamo.
8. Fuentes de energía de la Dinamo.
9. Modelos explicativos de la Variación Secular y las Inversiones Magnéticas.
TEXTOS RECOMENDADOS
*Butler, R, 1992, **Paleomagnetism**, Blackwell Scientific Publications, Boston.
*Campbell, W.H., 1997, **Introduction to Geomagnetic Fields**, Cambridge University Press,
*Jacobs, J.A. (Editor), 1987-1991 **Geomagnetism** (IV Tomos), Academic Press, Londres.
*Merril, R.T, M. McElhinny y P. McFadden, 1996, **The Magnetic Field of the Earth**, Academic Press, Boston.
*Parkinson, W.D. 1983, **Introduction to Geomagnetism**, Elsevier, Amsterdam.

EVALUACION
Se realizará un único exámen, de teoría y problemas, al final del curso. La evaluación se completará con las Prácticas y la realización de trabajos monográficos.

OBSERVACIONES
Su estudio es muy conveniente si se desea cursar “Geomagnetismo: Campo Externo”.

394. GEOMAGNETISMO: CAMPO EXTERNO

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra; Geomagnetismo: Campo Interno.

PROGRAMA:

1. Campos geomagnéticos de origen externo. Introducción: Los campos de origen externo en el contexto del Magnetismo Terrestre. Propiedades de los plasmas. Características de la alta atmósfera y del espacio exterior. Técnicas de observación.

2 Estudio de la Ionosfera. Composición. Teoría de Chapman sobre la formación de las capa ionosféricas. Transmisión de ondas electromagnéticas en la ionosfera. Ecuacion de Appleton-Hartree. Ionogramas. Colisiones y conductividades. Fotoquímica de la Ionosfera. Auroras y Airglow.

3. Estudio de la Magnetosfera. Principales características del Sol y su campo magnético. Interacción Tierra-Sol: viento solar y campo magnético interplanetario. Formación y estructura de la Magnetosfera. Movimiento de partículas cargadas en un plasma. Invariantes adiabáticos. Espejos magnéticos. Cinturones de Van Allen.

4. Variaciones periódicas del campo externo. Variaciones periódicas asociadas al Sol y la Luna. Análisis de Sq, Sd, S y L. Sistemas de corrientes equivalentes. Dinamo atmosférica. Electrochorro ecuatorial.

5. Variaciones no periódicas del campo externo. Indices de actividad magnética. Efectos de las fulguraciones solares. Tormentas magnéticas. Subtormentas. Notación de la actividad magnética. Origen de las tormentas. Bahías. Pulsaciones magnéticas.

TEXTOS RECOMENDADOS:

*Campbell, W.H., 1997, **Introduction to Geomagnetic Fields**, Cambridge Univ. Press.
*Parkinson, W.D., 1983, **Introduction to Geomagnetism**, Elsevier, Amsterdam

*Hargreaves, J.K., 1992, **The Solar-Terrestrial Environment**, Cambridge Univ. Press.

*Jacobs, J.A. (Editor), 1991, **Geomagnetism**, (Tomos 3 y 4), Academic Press, New York.

EVALUACIÓN:

Se realizará un único examen, de teoría y problemas, al final del curso. La evaluación se completará con las Prácticas y la realización de trabajos monográficos.

395. GRAVIMETRÍA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMILENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Física de la Tierra.

PROGRAMA:

1.- Introducción a la Gravimetría. Historia. Objetivos y Métodos.
2.- El Campo de la gravedad. Potencial de la gravedad. Geoide.
3.- Fundamentos de la teoría del potencial. Ecuación de Laplace. Desarrollo en armónicos esféricos del potencial de la gravedad.
4.- Tratamiento global del campo de la gravedad. Superficies de nivel y líneas de la plomada. Curvatura de las líneas de la plomada.
5.- Modelos de referencia. Elipsoide internacional. Campo normal de la gravedad. Fórmula internacional de la gravedad.
6.- Campo anómalo. Ondulaciones del geoide y desviaciones de la vertical. Anomalías de la gravedad.
7.- Determinación de la figura de la Tierra a partir de las perturbaciones orbitales de los satélites artificiales.
8.- Determinación de la figura de la Tierra a partir de medidas gravimétricas. Reducción de las anomalías de la gravedad.
9.- Posicionamiento vertical relativo. Altitudes.
10.-Aplicaciones geofísicas de las anomalías gravimétricas. Determinación de estructuras.
11.- Rotación de la Tierra.
12.- Mareas terrestres.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Heiskanen, W. y Moritz, H. Geodesia Física. Instituto Geográfico Nacional. 1985.
- Torge, W. Geodesy. Walter de Gruyter. Berlin, 1991.
- Torge, W. Gravimetry. Walter de Gruyter. Berlin, 1989.

EVALUACIÓN:

Se realizará un sólo examen de teoría y problemas al final del curso.

396. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELECTROMAGNÉTICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:
Física de la Tierra, Elementos de Geología.

PROGRAMA:
1.- Introducción a los métodos geofísicos de prospección. Los métodos electromagnéticos. Aplicaciones.
2.- Conceptos y dispositivos fundamentales en prospección eléctrica en corriente continua. Propiedades electromagnéticas de minerales y rocas.
3.- El Sondeo Eléctrico Vertical (SEV): Teoría , trabajo de campo e interpretación.
4.- Sondeos dipolares.
5.- Calicatas eléctricas.
6.- Método del potencial espontáneo.
7.- Conceptos y dispositivos fundamentales en prospección eléctrica por campos variables.
8.- Sondeos electromagnéticos. Sondeos magnetotelúricos.
9.- Calicatas electromagnéticas.
10.- Método de Polarización inducida (PI).
11.- El sónar de barrido lateral y el geo-radar.
12.- Aplicaciones y limitaciones de los métodos geoeléctricos.
13.- Otros métodos geofísicos. El método radioactivo: aplicaciones.

PRACTICAS
1.- Manejo de mapas topográficos.
2.- Uso práctico de mapas geológicos.
3.- Prácticas de campo. Realización de SEVs.
4-. Interpretación de curvas de SEV.
5.- Prácticas de campo. Realización de calicatas.
6.- Interpretación de curvas de calicatas.
7.- Interpretación de registros de geo-radar.

TEXTOS RECOMENDADOS
Orellana, E., Prospección Geoeléctrica en corriente continua. Paraninfo, 1982.
Orellana, E., Prospección Eléctrica por campos variables. Paraninfo, 1974.
Telford, W.M., Geldart, L.P. Sheriff, R.E., Applied Geophysics. Cambridge University Press, 1990.

EXAMENES:
La calificación se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas a lo largo del curso. Las prácticas tienen carácter obligatorio.

OBSERVACIONES:
Esta asignatura se complementa con PROSPECCIÓN GEOFISICA GRAVIMETRICA Y SISMICA.

397. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Física de la Tierra, Elementos de Geología, Ondas Sísmicas, Gravimetría, Geomagnetismo: Campo Interno.

PROGRAMA:
1.- Introducción. Objetivos de la Prospección Geofísica. Métodos geofísicos de prospección.
2.- Método gravimétrico. Bases físicas. Posibilidades y limitaciones del método gravimétrico. Densidad de los minerales y rocas. Cálculo de la gravedad para distintos modelos de Tierra. Programación de una campaña. Medida de la gravedad terrestre. Anomalías de la gravedad.
3-. Método magnético. El campo magnético de la Tierra. Bases físicas. Posibilidades y limitaciones del método magnético. El magnetismo de los minerales y rocas. Programación de una campaña. Medida del campo magnético terrestre. Anomalías magnéticas. Anomalías teóricas producidas por cuerpos de forma geométrica sencilla.
4.- Tratamiento numérico de las anomalías gravimétricas y magnéticas. Interpretación de las anomalías.
5.- Métodos sísmicos. Bases físicas. Reflexión y refracción de ondas sísmicas en medios estratificados. Emisores y detectores. Trabajo de campo. Filtrado de la señal.
6.- Método de refracción. Dispositivos. Interpretación.
7.- Método de reflexión. Dispositivos. Tratamiento de los datos. Determinación de velocidades sísmicas. Secciones sísmicas. Migración. Interpretación.

PRACTICAS:
1.- Medidas de los campos gravitatorio y magnético terrestres.
2.- Tratamiento numérico de anomalías gravimétricas y magnéticas.
3.- Interpretación de anomalías gravimétricas y magnéticas.
4.- Realización de un perfil de refracción sísmica. Interpretación de los datos.
5.- Seguimiento de horizontes en una sección sísmica de reflexión. Interpretación.

TEXTOS RECOMENDADOS:

SHERIFF, R.E., *ENCICLOPEDIC DICTIONARY OF EXPLORATION GEOPHYSICS*, SEG., 1984.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 1990.

EVALUACION:
Un examen final. La calificación se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas a lo largo del curso. Las prácticas tienen carácter obligatorio.

OBSERVACIONES:
Esta asignatura es complementaria de “Prospección Geofísica Electromagnética”.

398. GEOFÍSICA INTERNA Y TECTONOFÍSICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Resulta conveniente haber cursado la asignatura optativa de primer ciclo: "Física de la Tierra".

PROGRAMA :

1.- Introducción a la Tectonofísica. Historia. Objetivos y Métodos.
2. - Estructura de la Tierra.
3.- Flujo Geotérmico.
4.- Radiactividad, edad y evolución térmica de la Tierra.
5.- Conceptos básicos de la Tectónica de Placas.
6.- Polos de Euler y rotaciones finitas.
7.- Paleomagnetismo y anomalías magnéticas.
8.- Elasticidad y flexión.
9.- Fluidos geofísicos.
10.- Reología.
11.- Planetología comparada.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Butler, R.F. 1992. Paleomagnetism. Blackwell Scientific Publications.
- Cox, A. y Hart, R.B. 1986. Plate Tectonics: How it works. Blackwell Scientific Publications.
- Turcotte, D.L. y Schubert, G. Geodynamics. 1982. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Udías, A. y Mézcua, J. 1997. Fundamentos de Geofísica. Alianza Universidad Textos.

EVALUACIÓN:

Se realizará un sólo examen de teoría y problemas al final del curso. La evaluación se completará con la realización de prácticas en la parte final del curso y la realización de trabajos monográficos.

399. TÉCNICAS EXPERIMENTALES GEOFÍSICAS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**391,392,395,393,394**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**375**

PROGRAMA:

1.- Introducción: Objetivos de la Geofísica. Técnicas geofísicas. Escalas de trabajo. Experimentos y observaciones.
2.- Sismología: Análisis de sismogramas: Deconvolución instrumental. Identificación de fases.
3.- Sismicidad. Determinación experimental de los parámetros relacionados con la sismicidad: Cálculo de epicentros, magnitud e intensidad.
4.- Observaciones del campo gravitatorio: Medidas absolutas y relativas. Gravímetros. Anomalías.

5.- Observaciones del campo magnético terrestre. Campos constituyentes. Medidas absolutas y relativas. Análisis de magnetogramas. Variación temporal del campo principal: Variación Secular, Inversiones y Paleomagnetismo.

6.- Cálculo, tratamiento numérico e interpretación de anomalías gravimétricas y magnéticas.
7.- Combinación de métodos.

BIBLIOGRAFIA:

- Butler, R.F. 1992. *Paleomagnetism*. Blackwell Scientific Publications.
- Campbell, W.H., 1997, *Introduction to Geomagnetic Field*, Cambridge University Press, Cambridge
- F. Scherbaum, 1996, *Of poles and zeros: Fundamentals of digital seismology*. Kluwer Acad. Publ.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990, *Applied Geophysics*. Cambridge University Press.
- Torge, W., 1989, *Gravimetry*. Walter de Gruyter. Berlin.
- Udías, A. y Mézcua, J. 1997. *Fundamentos de Geofísica*. Alianza Universidad Textos.

EVALUACION:

Un exáme final. La calificación se basará en elresultado del exámen y en las actividades realizadas a lo largo del curso. Las prácticas tienen carácter obligatorio.

400. RADIACIÓN ATMOSFÉRICA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. - Estructura de la atmósfera. Estratificación másica y térmica. Gases traza.

2. - Fundamentos de radiación. Magnitudes y leyes básicas de la radiación. Características de la radiación solar. Parámetro solar

3. - Radiación solar en la cima de la atmósfera.. Relaciones astronómicas Tierra-Sol. Determinación de la insolación. Distribución geográfica de la insolación en la cima de la atmósfera.

4. - Radiación solar atenuada por la atmósfera. Masa óptica atmosférica. Procesos de atenuación de la radiación solar. Formación de la capa de ozono. Determinación de la insolación en superficie y su distribución geográfica.

5. - Transferencia de radiación infrarroja en la atmósfera. Características absorbentes de los gases atmosféricos. Transmitancia de la atmósfera. Modelos de banda.

6. - Transferencia de radiación infrarroja en la atmósfera. Calentamiento o enfriamiento radiativo. Aplicación a la teledetección.

7. - Climatología de la radiación. Balance radiativo global

8. - Modelos climáticos. Modelo radiativo-convectivo. Modelo de balance de energía.

TEXTOS RECOMENDADOS:

KONDRATYEV K. Ya., "Radiation in the Atmosphere", Academic Press, 1969.

LIOU K., "An Introduction to Theoretical Radiation", Academic Press, 1980.

WALLACE J.M y P.V. HOBBS, “Atmospheric Science. An introductory survey”, Academic Press, 1977.

HOUGHTON J.T., “Física de Atmósferas Planetarias”, Instituto Nacional de Meteorología, 1992.

PEIXOTO J.P. y A.H. OORT, “Physics of Climate”, American Institute of Physics, 1992.

EVALUACIÓN:

Cada prueba constará de cuestiones de tipo teórico y práctico.

401. TERMODINÁMICA DE LA ATMÓSFERA

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**326**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**406, 405, 403**

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS : Física de la Atmósfera.

PROGRAMA:

1. Ecuación de estado del aire
2. Primer principio de la Termodinámica
3. Segundo principio de la Termodinámica
4. Condensación del vapor de agua en la atmósfera
5. Diagramas termodinámicos
6. Procesos isobáricos de enfriamiento del aire
7. Procesos isentálpicos en la atmósfera
8. Enfriamiento del aire en ascensos adiabáticos
9. Estática atmosférica
10. Estabilidad de estratificación
11. Inestabilidad atmosférica por liberación de calor latente
12. Procesos que alteran la estabilidad atmosférica

TEXTO BÁSICO:

- Iribarne, J.V. and W.L. Gobson: *Atmospheric Thermodynamics*. Reidel Publ. Co., Dordrecht (1981).

TEXTOS COMPLEMENTARIOS :

- Bohren, C. and B. Albrecht : *Atmospheric Thermodynamics*. Oxford University Press (1998).
- Curry, J.A. and P.J. Webster: *Thermodynamics of Atmospheres & Oceans*. Academic Press (1999)
- Morán, F.: *Apuntes de Termodinámica de la Atmósfera*. Inst. Nac. Meteorología, Madrid (1984).
- Wallace, J.M. and P.V. Hobbs : *Atmospheric Science : An Introductory Survey*. Academic Press (1977)

EVALUACIÓN: Un examen final escrito sobre conocimientos teóricos y prácticos.

OBSERVACIONES: Esta asignatura será necesaria para cursar las de Física de Nubes, Física del Clima y Dinámica de la Atmósfera.

402. FÍSICA ATMOSFÉRICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**370,401,403**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1.- Electrosfera e ionosfera.
2.- Iones atmosféricos.
3.- Campo eléctrico.
4.- Corrientes atmosféricas.
5.- Célula tormentosa.
6.- Descargas rápidas.
7.-Viscosidad. Ecuación de movimiento.
8.- Turbulencia. Ecuación de movimiento.
9.- Teorías turbulentas.
10.- Rafagosidad.
11.- Capa límite.
12.- Perfiles de velocidad.
13.- Difusión turbulenta.

TEXTOS RECOMENDADOS:

CHALMERS, J.A. "Atmospheric Electricity". Pergamon press.1967.
HALTINER, W.G.J. "Dinamical and Physycal Meteorology". McGraw Hill. 1957.

EVALUACIÓN:

- Entrega de trabajo experimental y exámen clásico.

403. DINÁMICA ATMOSFÉRICA

Curso: 4º-5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Descripción general de los procesos atmosféricos. Espectro de las perturbaciones meteorológicas.

2. Ecuaciones de movimiento de la atmósfera. Análisis de escala.

3. Aplicaciones de las ecuaciones de movimiento. Flujos básicos.

4. Ecuaciones de continuidad y de la energía. Barotropía y baroclinicidad.

5. Circulación y vorticidad. Teoremas de circulación y ecuación de vorticidad.

6. Teoría del desarrollo. Ecuación de la tendencia. Frontogénesis.

TEXTOS RECOMENDADOS:

HALTINER, G.J. y F.L.MARTIN: "Meteorología dinámica y física", Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1990.

HOLTON J.R. "Introducción a la meteorología dinámica", Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1990.

HOUGHTON J.T., "Física de las atmósferas planetarias, Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1992.

MEDINA M., "Teoría de la predicción meteorológica", Ed. Instituto Nacional de Meteorología, 1984.

WALLACE J.M y P.V. HOBBS, "Atmospheric Science. An introductory survey", Academic Press, 1977.

EVALUACIÓN:

Cada prueba constará de cuestiones de tipo teórico y práctico.

404. AMPLIACIÓN DE DINÁMICA ATMOSFÉRICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Ecuaciones no lineales de dinámica atmosférica
2. Método de las perturbaciones
3. Ondas atmosféricas
4. Inestabilidad baroclínica
5. Circulación general de la atmósfera.

TEXTOS RECOMENDADOS:

. Lindzen, R.S. 1990. Dynamics in Atmospheric Physics. Cambridge University Press.
. Gill, A.E. (1982). Atmosphere-Ocean Dynamics New York Academic
. Holton, J.R. 1992. An Introduction to Dynamic Meteorology . New York . Academic.

EVALUACION:

Se realizará a lo largo del curso trabajos prácticos que proporcionen mejor asimilación de los contenidos de cada tema expuestos en las clases teóricas. Al final se realizará una prueba donde se utilizará el medio más adecuado para poder evaluar con la máxima equidad los conocimientos adquiridos

405. FÍSICA DEL CLIMA

Curso: 5º **Cuatrimestre: 2**do **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**401,400,403,390**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

Conocimientos previos recomendados : Termodinámica de la Atmósfera y Radiación en la Atmósfera.

PROGRAMA

1. El sistema climático y sus componentes.
2. Balance radiativo de la atmósfera.
3. Balance de energía en la superficie terrestre.
4. El ciclo hidrológico.
5. La circulación global de la atmósfera. Energía atmosférica.
6. La circulación global del océano.
7. Sensibilidad del clima y mecanismos de realimentación.
8. Modelos Climáticos.
9. Cambios climáticos.

TEXTOS RECOMENDADOS:

Bibliografía básica :

Hartmann, D.L. (1994) : *Global Physical Climatology*. Academic Press Inc.
Peixoto, J.P. y A.H. Oort (1992). *Physics of Climate*. American Institute of Physics. New York.

Bibliografía complementaria :

Holton, J.R. (1992). *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Academic Press Inc.
Trenberth, K.E. editor (1992). *Climate System Modelling*. Cambridge University Press.
McGuffie, K. Y A. Henderson-Sellers (1997). *A Climate Modelling Primer*. J. Wiley ¬ Sons.

EVALUACIÓN: Examen final y realización de prácticas.

406. FÍSICA DE NUBES

Curso: 4º-5º **Cuatrimestre:** 1ero **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**401**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

Conocimientos previos recomendados: Termodinámica de la Atmósfera

PROGRAMA:

1. Aspectos generales de la formación de nubes y precipitación
2. Nucleación en fase líquida
3. Nucleación en fase hielo
4. Crecimiento de gotitas por difusión
5. Crecimiento de cristales de hielo por difusión, acreción y agregación
6. Formación de gotas de lluvia por captura de gotitas nubosas líquidas
7. Formación de la precipitación: Lluvia y nieve
8. Radar meteorológico
9. Procesos de precipitación. Sistemas convectivos a mesoescala
10. Modelos numéricos de nubes

TEXTOS RECOMENDADOS

R.R. Rogers: Física de las Nubes. Ed. Reverté (1977)
K.C. Young: Microphysical Processes in Clouds. Oxford Univ. Press (1993)

Bibliografía complementaria:
R.A. Houze: Cloud Dynamics. Academic Press (1993)
W.R. Cotton: Las Tormentas. (1999)
B.J. Mason: The Physics of Clouds. Oxford: Clarendon Press. (1957). 2ª Ed. (1971).
B.J. Mason: Clouds, Rain and Rainmaking. Cambridge University Press. (1975).

EVALUACIÓN : Examen final y realización de problemas.

407. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA.

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**370,401,403**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:
1.- Instrumentación.
2.- Sondeos de la baja atmósfera.
3.- Radiación.
4.- Mezclas en laboratorio.
5.- El campo de presión.
6.- Relieve del campo isobárico.
7.- Cinemática de los campos de presión y altura.
8.- Satélites geoestacionarios y polares.
9.- Diferentes tipos de imágenes.
10.- Identificación de nubosidad.
11.- Aplicaciones de la teledetección
12.- Incendios forestales.

TEXTOS RECOMENDADOS:

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, J. "Instrumentos meteorológicos". I.N.M. 1990.
BRIMACOMBE, C.A. "Atlas de imágenes Meteosat". I.N.M. 1991.
COULSON, K.L. "Solar and terrestrial radiation". Ac press. 1975.
JANSA, J.M. "Manual del observador de meteorología". I.N.M. 1985.

EVALUACIÓN:

Examen de conocimientos y entrega de los trabajos prácticos realizados

408. DIFUSIÓN ATMOSFÉRICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**370,401,403**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:
1.- Introducción. Contaminantes principales.
2.- Oxidantes fotoquímicos.
3.- Precipitación ácida.
4.- Niveles standard de calidad del aire.
5.- Factores meteorológicos.
6.- Difusión atmosférica.
7.- Sobreelevación de penachos.
8.- Modelos de difusión.

TEXTOS RECOMENDADOS:

HALTINER, W.G.J. "Dinamical and Physical Meteorology". Mc Graw Hill. 1957.
SEINFELD, J.H. "Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution". J Wiley and Sons. 1986.

EVALUACIÓN:

- Entrega de trabajo experimental
- Examen clásico.

409. PREDICCIÓN NUMÉRICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Leyes Básicas de conservación
2. Aproximación cuasi-geostrófica
3. Diagnosis de los movimientos verticales
4. Vector Q
5. Modelo barotrópico
6. Modelos baroclínicos
7. Modelos de ecuaciones primitivas
8. Tratamiento de datos
9. Modelos filtrados
10. Predictabilidad

TEXTOS RECOMENDADOS:

. Holton, J.R. 1992. An Introduction to Dynamic Meteorology . Cambridge Atmospheric. New York
. Haltiner, G.H. 1998. Numerical Prediction and Dynamic Meteorology. John Wily. New York
. Daley R. 1991. Atmospheric Data Analysis. Cambridge. Atmospheric. Ney York

EVALUACIÓN:

Se realizarán un conjunto de simulaciones de predicción que será una parte fundamental para poder alcanzar la suficiencia de la disciplina. Al final se realizará una pureba de conocimientos adquiridos

410. FÍSICA DE SEMICONDUCTORES

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**345**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**411,348**

PROGRAMA:

I. ESTADISTICA DE PORTADORES EN EQUILIBRIO
- 1. Electrones en sólidos: conceptos básicos
- 2. Ocupación de los estados en las bandas: función densidad de estados; estadísticas de Fermi-Dirac y de Maxwell-Boltzmann
- 3. Semiconductores intrínsecos
- 4. Impurezas en semiconductores
- 5. Semiconductores extrínsecos

II. ESTADISTICA DE PORTADORES FUERA DEL EQUILIBRIO
- 1. Procesos de Generación y Recombinación. Pseudo niveles de Fermi
- 2. Recombinación intrínseca
- 3. Recombinación extrínseca
  - 3.1 Baja inyección
  - 3.2 Alta inyección
- 4. Niveles de demarcación

III. TRANSPORTE DE PORTADORES CON CONCENTRACION DE EQUILIBRIO
- 1. Planteamiento del problema
- 2. Ecuación de transporte de Boltzmann
- 3. Linealización de la ecuación de Boltzmann: aproximación del tiempo de relajación
- 4. Soluciones de la ecuación en la aproximación del tiempo de relajación:
  - 4.1 Conducción eléctrica. Corrientes de arrastre. Procesos de dispersión
  - 4.2 Corrientes de difusión
  - 4.3 Efectos galvanomagnéticos. Efecto Hall

IV. TRANSPORTE DE PORTADORES EN AUSENCIA DE EQUILIBRIO
- 1. Ecuación de continuidad
- 2. Neutralidad de carga en situación de no equilibrio
- 3. Semiconductores extrínsecos. Movimiento de minoritarios en desequilibrio
- 4. Semiconductores intrínsecos. Ecuación de transporte ambipolar

V. LA UNIÓN P-N IDEAL
- 1.Introducción. Unión en equilibrio
  - 1.1 Aproximaciones de unión abrupta y unión gradual
- 2. Unión en polarización D. C.
  - 2.1 Zona de carga espacial. Capacidad de transición
  - 2.2 Zonas neutras. Corrientes
- 3. Unión en polarización A. C.
  - 3.1 Corrientes en el caso de excitación armónica
  - 3.2 Admitancia de la unión. Circuito equivalente

VI. LA UNIÓN P-N REAL
- 1. Corrientes de Generación/Recombinación en la Z. C. E.
- 2. Corrientes de alta inyección
- 3. Ruptura en uniones P-N

BIBLIOGRAFÍA

1. Bube, R. H. *" Electrical properties of crystalline solids. An introduction"*. Academic Press, 1974.
2. Hess, K. *"Advanced theory of semiconductor devices"*. IEEE Press, 2000.
3. Jimenez Rodriguez, J. J. *"Apuntes de la asignatura"*.
4. McKelvey, J. P. *"Solid State and Semiconductor Physics"*. Krieger, 1966
5. Neamen, D. A. *"Semiconductor physics and devices. Basic principles"*. Irwin, 1992.
6. Neudeck, G. W. *"El diodo PN de unión"*. Addison-Welsey, 1993
7. Sapoval, B. y Hermann, C. *"Physics of semiconductors"*. Springer-Verlag, 1995
8. Seeger, K. *"Semiconductor physics: an introduction"*. Springer-Verlag, 1985
9. Shalímova, K. V. *" Física de los semiconductores"*. Mir, 1975
10. Tyagi, M. S. *" Introduction to semiconductor materials and devices"*. John Wiley and Sons, 1991.
11. Wang, S. *" Fundamentals of semiconductor theory and device physics"*. Prentice Hall, 1989

411. FÍSICA DE DISPOSITIVOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4.5

PROGRAMA:

1. Transistor bipolar ideal
Estructura y principio de operación. Análisis cualitativo. Corrientes en el transistor. Parámetros del transistor. Modelo de Ebers-Moll. Características estáticas del transistor bipolar
2. Transistor bipolar integrado
Transistor de base gradual. Otros efectos en transistores reales. Modelo PSPICE.
3. Modelos equivalentes de pequeña señal del transistor bipolar
Introducción. Parámetros de pequeña señal. Circuitos equivalentes: aproximaciones. Determinación de los parámetros de admitancia en base común. Frecuencias de corte Circuito equivalente obtenido a partir de los parámetros de admitancia. Circuitos equivalentes usuales. Modelo equivalente usando PSPICE.
4. Transistor de efecto campo de unión
Introducción. Características I-V. Circuito equivalente. Modelo PSPICE.
5. Estructura MOS
Introducción. Estructura MOS ideal. Estructura MOS real. Capacidad de la estructura MOS.
6. Transistor MOSFET

Introducción. Características del MOSFET. Circuito equivalente en pequeña señal. Estructuras FET.

TEXTOS RECOMENDADOS:

1) Adir Bar-Lev, "Semiconductors and Electronic Devices", Prentice Hall 1994.
2) Greve, D.W., "Fiel Effect Devices and Applications", Prentice Hall 1998.
3) Neamen, D.A., "Semiconductor Physics and Devices", Irwin 1992.
4) Neudeck, G.W., "El transistor Bipolar de Unión", Addison-Wesley 1994.
5) Pierret, R.F., "Dispositivos de Efecto Campo", Addison-Wesley 1994.
6) Pulfrey, D.L. y Tarr, N.G., "Introduction to Microelectronic Devices", Prentice Hall 1989.
7) Singh, J., "Semiconductor Devices", McGraw-Hill 1994.
8) Sze, S.M., Semiconductor Devices. Physics and Technology", Wiley, 2001.
9) Tyagi, M.S., "Introduction to Semiconductor Materials and Devices", John Wiley and Sons 1991.

EVALUACIÓN:
Se realizará un examen con cuestiones teóricas y problemas.

412. MATERIALES SEMICONDUCTORES

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA:

1. Materiales semiconductores
Introducción. Compuestos del grupo III-V. Compuestos del grupo II-VI. Compuestos del grupo IV-VI. Semiconductores de banda prohibida ancha. Otras familias de semiconductores.
2. Absorción de luz en semiconductores
Introducción. Absorción por portadores libres. Absorción excitónica. Transiciones banda-banda. Inyección de portadores por absorción de luz. Parámetros característicos de un fotoconductor. Familias de fotoconductores
3. Tecnologías de crecimiento y epitaxia
Introducción. Crecimiento de cristales. Crecimiento epitaxial. Capas epitaxiales: ejemplos.
4. Heterouniones y unión metal-semiconductor
Introducción a las heterouniones. Diagrama de bandas. Modelo de Anderson. Ejemplos. Unión Schottky: modelo ideal. Estructura real de barrera. Contacto óhmico: modelo ideal. Contacto óhmico real. Materiales empleados en metalizaciones.
5. Ingeniería de bandas.
Sistemas de baja dimensionalidad. Densidad de estados. Propiedades ópticas de MQW. Dopado modulado. Superredes. Procesos Túnel. HEMFET.

TEXTOS RECOMENDADOS:
1) Bhattacharya P., *"Semiconductor Optoelectronic Devices",* Prentice Hall 1994
2) Bube R.H., *"Electronic Properties of Crystalline Solids. An Introduction to Fundamentals"*, Academic Press 1992
3) Einspruch N.G., *"Heterostructures and Quantum Devices",* Prentice Hall 1994
4) Kelly M.J., *"Low Dimensional Semiconductors"*, Oxford Science Publications,1995
5) Neamen D.A., *"Semiconductor Physics and Devices",* Irwin 1992
6) Sze S.M., *"High-Speed Semiconductor Devices"*, John Wiley Sons, 1990
7) Tyagi M.S., *"Introduction to Semiconductor Material and Devices"*, John Wiley and Sons 1991
8) Wang S., *"Fundamentals of Semiconductor Theory and Device Physics"*, Prentice Hall International 1989.
9) Yu P.Y., Cardona M., *"Fundamentals of Semiconductors. Physics and Material Properties",* Springer, 1999

EVALUACIÓN:
Se realizará un examen con cuestiones teóricas y problemas.

413. LABORATORIO DE DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA

I. SEMICONDUCTORES HOMOGÉNEOS

1. Medidas de resistividad, movilidad y concentración de portadores.
2. Medidas de índice de refracción.

II. CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DE DISPOSITIVOS

3. Características C-V y C-f de dispositivos.
4. Caracterización DC de dispositivos.
5. Células solares.
6. LEDs.
7. Características I-V de transistores.

III. CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE DISPOSITIVOS

8. Detectores PSD y CCD.
9. Emisores y detectores de luz. Fibras ópticas.
10. Acustoóptica.

TEXTOS RECOMENDADOS

- Apuntes de la asignatura.
- K.V. Shalimova, "Física de los Semiconductores", Ed. Mir, 1975.
- S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices", Ed. John Wiley, 1981.
- J. Wilson, J.F.B. Hawkes, "Optoelectronics, an introduction", Prentice Hall, NY, 1998.

EVALUACIÓN: Se hará mediante examen escrito, prácticas obligatorias y prácticas optativas.

OBSERVACIONES: Es recomendable cursar simultáneamente o haber cursado asignaturas relacionadas con la física de semiconductores.

Las sesiones de prácticas están programadas para realizarse a razón de una por semana. Cada sesión durará tres horas. Se ha previsto un total de tres turnos de prácticas:

- Lunes: 11:30 h - 14:30 h y 15:00 h a 18:00 h;
- Jueves: 15:00 h a 18:00 h.

Se podrá habilitar un cuarto grupo en el caso de que el número de matriculados lo requiera. En la elección del turno de prácticas se dará prioridad a aquellas personas que trabajen o tengan incompatibilidad de horarios, **siempre y cuando lo soliciten el primer día de clase**.

414. CONTROL DE SISTEMAS

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 3 teóricos + 3 prácticos

PROGRAMA

La asignatura de igual nombre del plan 95 (de 4,5 créditos) tiene el mismo temario teórico pero menor número de prácticas.

Programa teórico (3 créditos)

Tema 0: Introducción. Repaso de Sistemas Lineales.
Tema 1: Realimentación
Tema 2: Control en el espacio de estados
Tema 3: Métodos de Discretización
Tema 4: Lugar de las raíces
Tema 5: Respuesta en frecuencia
Tema 6: Estabilidad
Tema 7: Controladores PID
Tema 8: Redes de adelanto y retardo de fase
Tema 9: Otros métodos de diseño de controladores

Programa de prácticas (3 créditos)

Prácticas de Matlab:

- Representación de los sistemas, ecuaciones en diferencias y transformadas S y Z.
- Sistemas realimentados con perturbaciones y realimentación de estados.
- Controlabilidad, observabilidad
- Aplicación de distintos métodos de discretización
- Utilización del lugar de las raíces. Contorno de las raíces
- Determinación a partir de datos experimentales de G(s).
- Margen de Ganancia y de Fase y aplicación del criterio de Nyquist.
- Diseño de un controlador PID. Zigler-Nichols
- Diseño de redes de adelanto y retardo
- Diseño de un controlador óptimo

Prácticas en Laboratorio:

- Determinación experimental de G(s) para una planta de laboratorio.
- Control de un motor. Uso de una tarjeta de AD/DA (PCL-711). Room.
- Diseño de un controlador PID discreto, aplicación al control de una planta de laboratorio.
- Diseño de una red analógica y digital, aplicación al control de una planta de laboratorio.

TEXTOS RECOMENDADOS

- *K.Ogata: Ingeniería de Control Moderna. Ed: Prentice Hall Internacional.*
- *K.Ogata: Sistemas de control en tiempo discreto. Ed: Prentice Hall Internacional.*
- *B.C.Kuo: Sistemas de control automático. Ed: Prentice Hall Internacional.*
- *Gene F.Franklin,J.D.Powell & A.Emani-Naeini. Control de Sistemas Dinámicos con Retroalimentación. Ed: Addison Wesley Iberoam.*
- *R.C.Dorf: Sistemas Modernos de Control. Ed: Addison Wesley Iberoam.*
- *Gene F.Franklin,J.D.Powell & Workman, M.C.A. Digital Control Dynamic Systems. Ed: Addison Wesley Iberoamericana.*

EVALUACIÓN: Examen de teoría (test) y examen de problemas prácticos (con Matlab). Las prácticas reales se evaluarán en el momento de su realización, tendrán valor en la calificación final y son obligatorias para la presentación a los exámenes.

OBSERVACIONES: Previamente a esta asignatura, es conveniente haber cursado la asignatura, de "Sistemas Lineales" por ser los conocimientos impartidos en ella básicos para un seguimiento eficaz del temario propuesto.

415. DISPOSITIVOS DE INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**313,319,321,322**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

I. INSTRUMENTOS ÓPTICOS

11. Introducción
12. Radiometría y fotometría
13. Calidad de imagen y resolución
14. Dispositivos refractivos y reflectivos
15. Caracterización básica de sistemas ópticos
16. Detectores

II. METROLOGÍA ÓPTICA

17. Polarimetría y fotoelasticidad
18. Dispositivos intereferométricos
19. Metrología moiré

TEXTOS RECOMENDADOS:

- Jesús Marcén, *Instrumentos ópticos*. E. U. de Óptica (Madrid, 1998)
- G. Smith, D. A. Atchinson, *The eye and visual instruments*. Cambridge University Press (Cambridge, 1997)
- Kjell J. Gåsvik, *Optical metrology*. John Wiley and Sons (Chichester, 1996)
- Daniel Malacara, ed., *Optical shop testing*. John Wiley & Sons (Nueva York, 1992)
- Gary L Cloud, *Optical methods of engineering analysis*. Cambridge University Press (Cambridge, 1998)
- K. Ramesh, *Digital photoeslasticity: advanced techniques and applications*. Springer (Berlín, 2000)

Se complementarán con los guiones de las prácticas y con fotocopias de las transparencias utilizadas en las clases.

EVALUACIÓN:

Se hará valorando el examen escrito y los informes sobre las prácticas.

OBSERVACIONES:

Las prácticas se harán al final del curso dentro de los horarios de la asignatura.

416. AMPLIACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**336,414**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

La asignatura se divide en dos partes. En la primera de ella se dan algunos aspectos fundamentales de control no cubiertos en asignaturas anteriores, como son una introducción a los sistemas no lineales y al control óptimo. La segunda parte tiene un marcado aspecto práctico y con ella se pretende dar los elementos necesarios para la implementación con computador de sistemas de control. Las prácticas se realizarán con el lenguaje de simulación Matlab-Simulink y en tiempo real con C++ y Java.

PROGRAMA

1. CONTROL ÓPTIMO.
   - Control óptimo de sistemas continuos y discretos. Programas para el diseño de leyes de control óptimas.
   - Control óptimo lineal cuadrático y gaussinao (LQG). Aproximación polinómica al control LQG.
2. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS NO LINEALES
   - Ejemplos de sistemas no lineales y su simulación por computador.
   - Función descriptiva.
   - Estabilidad de Lyapunov.
   - Control adaptativo.
3. CONTROL EN TIEMPO REAL.
   - Sistemas de control en tiempo real: tipos y características. Eventos. Concurrencia. Lenguajes para tiempo real: Modula-2, C++, Java.
   - Procesos. Comunicación y sincronización entre procesos.
   - Interrupciones y manejo del tiempo. Prioridades.
   - Java en tiempo real.
4. SISTEMAS DE CONTROL DISCRETO
   - Lógica discreta. Controladores lógicos Programables. Formalismos de máquinas de estado y su codificación. Estrategias de supervisión.
   - Planificación y control. Métodos de planificación. Planificación de sistemas realimentados. Simulación.

BIBLIOGRAFIA

- *Feedback Control of Dynamic Systems.* G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naemi. Addison Wesley, 1994, 3ª Edición.
- *Digital Control of Dynamic Systems*. G.F. Franklin, J.D. Powell, M.L. Workman. Addison Wesley, 1997, 3ª Edición.
- *Applied Nonlinear Control*. J.J. Slotine, W. Li, Prentice may, 1991.
- *Real Time Software for Control: Program Examples in C*. D.M. Auslander, C. H. Tham. Prentice Hall.
- *Real Time Control Systems*. K.E. Arzen. Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, 2000.
- *Real-Time Computer Control*. S. Bennett. Prentice Hall, 1994.

417. CIRCUITOS DIGITALES

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**338**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	**418**

OBJETIVOS:

Esta asignatura está orientada tanto al establecimiento de los principios de diseño de los circuitos digitales, combinacionales y secuenciales, como a la realización de sus implementaciones físicas.

PROGRAMA:

Tema 1. Números y códigos binarios

Tema 2. Optimización de circuitos combinacionales

Tema 3. Módulos combinacionales

Tema 4. Redes combinacionales modulares

Tema 5. Especificación y optimización de circuitos secuenciales

Tema 6. Diseño de circuitos secuenciales

Tema 7. Diseño a nivel de transferencia de registros

TEXTOS RECOMENDADOS:

- *Introducción al diseño lógico digital.* J. Hayes. Addison-Wesley, 1996.

- *Diseño Lógico.* Lloris - Prieto. McGraw Hill, 1996.

- *Fundamentos de Diseño Lógico y Computadoras.* M. Mano, C. Kime. Prentice Hall, 1998.

- *Fundamentos de Sistemas Digitales*. T. L. Floyd. Prentice Hall, 2000.

EVALUACIÓN:

Los exámenes tendrán dos partes: una parte de problemas al que se le dará un 70% de la nota total y una parte de teoría donde se pedirá a los alumnos el conocimiento conceptual de la asignatura y al que se le dará el 30% de la nota.

418. LABORATORIO DE SISTEMAS DIGITALES

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**338,418**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Se recomienda haber cursado o estar cursando al mismo tiempo las asignaturas de Circuitos Digitales, Estructura de Computadores.

PROGRAMA:

Prácticas de Circuitos Digitales:

1. Diseño e implementación de circuitos digitales combinacionales con puertas y multiplexores.
2. Diseño e implementación de circuitos digitales secuenciales.
3. Diseño e implementación de un sistema algorítmico. En la realización se utilizará un entrenador con circuitos integrados discretos y FPGAs.

Prácticas de Estructura de Computadores:

- Introducción al puesto de trabajo y a la programación en ensamblador.
- E/S paralela.
- E/S de datos e introducción al sistema de interrupciones.
- Conversión D/A y A/D.

TEXTOS RECOMENDADOS:

5. *"Tecnología de Computadores. Técnicas Analógicas y digitales".* M. Fernández. Ed. Sintesis

6. "*Microcontroladores PIC, La solución en un chip"*. E. Martín Cuesta. Ed. Paraninfo

Adicionalmente se proporcionarán guiones para las prácticas con la bibliografía específica, así como los manuales de los equipos y medios utilizados.

EVALUACIÓN: El examen será práctico

419. FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Se considera imprescindible haber cursado las siguientes asignaturas: "Física de Semiconductores" y "Física de Dispositivos". Asimismo, se considera recomendable haber cursado la asignatura "Materiales Semiconductores".

PROGRAMA:

Tema I	Introducción a la microfabricación de Circuitos Integrados y sensores.
Tema II	Tecnologías de fabricación de sustratos semiconductores y crecimiento epitaxial.
Tema III	Difusión e Implantación iónica de impurezas.
Tema IV	Fotolitografía, resinas fotosensibles y litografías no ópticas
Tema V	Técnicas de vacío y plasmas.
Tema VI	Grabado y limpiado.
Tema VII	Deposición física y química de películas delgadas.
Tema VIII	Aplicaciones de las películas delgadas depositadas: pasivado, enmascaramiento, metalización y aislamiento eléctrico.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- S.A. Campbell. "The science and Engineering of Microelectronic Fabrication". Oxford University Press 1996.
- S.K. Ghandhi. "VLSI Fabrication Principles, Silicon and Gallium Arsenide.Wiley Interscience. 1994
- W.S. Ruska. "Microelectronic Processing, An introduction to the Manufacture of Integrated Circuits". Mc Graw-Hill. 1988.
- S.SZE. "VLSI Technology", Mac Graw-Hill. 1988.
- M.R. Madou. "Fundamentals of Microfabrication". CRC, Press, 1997.

EVALUACION:

Examen teórico y de ejercicios prácticos.

OBSERVACIONES:

Los conocimientos adquiridos son necesarios para cursar con posterioridad la asignatura optativa "Integración de procesos tecnológicos".

420. INTEGRACIÓN DE PROCESOS TECNOLÓGICOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Fundamentos de Tecnología Electrónica, Física de Dispositivos Electrónicos.

PROGRAMA:
Se pretende que el alumno llegue a comprender en su totalidad el proceso de fabricación de un circuito integrado.

- Concepto de sala blanca y el entorno de fabricación
- Aislamiento de dispositivos
  - Aislamiento por unión y oxidación
  - Método LOCOS
  - Aislamiento por zanja
  - Técnicas SOI (Silicon On Insulator)
- Contactos
  - Contacto metal-semiconductor
  - Barreras de difusión
  - Contactos óhmicos y barreras schottky
  - Siliciuros (procesos auto-alineados)
- Interconexión eléctrica
  - Metalización multinivel
  - Planarización
  - Rellenado de vías
  - Procesos Damasquinados
- Tecnologías CMOS
  - Dispositivos MOS
  - La ruta CMOS básica
  - Aumento de la integración en la ruta CMOS
  - Efectos de "Hot-Carriers"
  - Latch-up
- Tecnologías bipolares y BICMOS
  - Dispositivos Bipolares
  - Procesos de fabricación e integración de dispositivos bipolares
  - Tecnologías BICMOS
- Tecnologías FET en GaAs y otros semiconductores III-V
- Rendimiento y fiabilidad de dispositivos microelectrónicos
- Técnicas de medida aplicadas a circuitos integrados: microscopía, SIMS etc

BIBLIOGRAFÍA:
"Silicon Processing for the VLSI era. Vol 2. Process Integration"

EVALUACIÓN:
Se realizará mediante examen y trabajos propuestos.

421. ROBÓTICA

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

PROGRAMA

El programa presenta una visión general de la robótica, mostrando los principios básicos que fundamentan el diseño, análisis y síntesis de sistemas robóticos. La robótica como campo interdisciplinar, abarca desde el diseño de componentes mecánicos y eléctricos hasta diseño de sistemas de inteligencia artificial. En esta asignatura se presentan los elementos y principios fundamentales de la robótica dando un conocimiento global de las técnicas y problemática existentes, asentando la base sobre la cual los alumnos puedan profundizar en aquellos aspectos que más les interesen.

1.- Introducción
- 1.1. Desarrollo histórico.
- 1.2. Robots manipuladores.
- 1.3. Robots móviles autónomos.
- 1.4. Sensores del robot.
- 1.5. Control, programación y tareas.
- 1.6. Inteligencia artificial en robótica.

2.- Cinemática y dinámica del brazo del robot
- 2.1. Introducción.
- 2.2. Problema cinemático directo e inverso.
- 2.3. Formulación de Lagrange-Euler
- 2.4. Formulación de Newton-Euler
- 2.5. Ecuaciones de movimiento generalizadas.

3.- Planificación de trayectorias
- 3.1. Consideraciones generales sobre planificación de trayectorias.
- 3.2. Planificación de trayectorias en un manipulador.
- 3.3. Planificación de trayectorias en robots móviles autónomos.

4.- Detección y percepción
- 4.1. Introducción.
- 4.2. Detección de proximidad y contacto.
- 4.3. Detección de obstáculos.
- 4.4. Detección de posición.

5.- Visión artificial
- 5.1. Introducción y visión estereoscópica.
- 5.2. Visión de bajo nivel.
- 5.3. Visión de alto nivel.

TEXTOS RECOMENDADOS

- *Robótica. Control, detección, visión e inteligencia*. K.S. Fu, R.C. Gonzalez y C.S.G. Lee. Mc. Graw-Hill, 1988.
- *Fundamentos de Robótica* A. Barrientos, L.F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil. Mc. Graw-Hill, 1997
- *Sensors for mobile robots. Theory and application*. H.R. Everett. A.K. Peters. Wellesley, 1995.
- *Robot motion planning*. J.C. Latombe. Kluwer Academic Plublishers, 1991.
- *Introductory Computer Vision and Image Processing*. A. Low. Mc. Graw-Hill, 1991.

EVALUACIÓN

Examen con teoría y problemas. Se podrán realizar trabajos a lo largo de la asignatura que se tendrán en cuenta en la evaluación final.

422. DISEÑO Y TEST DE CIRCUITOS INTEGRADOS I

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**417**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Se considera aconsejable haber cursado las asignaturas de "Física de Dispositivos" e "Instrumentación I".

PROGRAMA:

1. Aspectos del diseño de circuitos
Simulación. Verificación. Síntesis de diseños. Validación y test.
2. Estilos de diseño de circuitos
El diseño full-custom. El diseño semi-custom. Elección del estilo de diseño.
3. Los inversores MOS
Transistores NMOS de enriquecimiento y PMOS de acumulación. Comparación PMOS y NMOS. Efecto substrato. Los inversores MOS. Definiciones y propiedades. El inversor CMOS de carga dinámica. El inversor pseudo-NMOS. El inversor triestate. La puerta de transmisión.**Tecnología de procesos CMOS**
CMOS de pozo N. Polarización de los substratos. Latch-up. Reglas de diseño.
5. Caracterización de circuitos
Estimación de resistencias y capacidades. Capacidades de conexionado. Conexiones largas. Modelos analíticos de retardo.
6. Lógica combinacional estática
Diseño CMOS estático. Lógica CMOS complementaria. Lógica proporcional pseudo-NMOS. Lógica de interruptores. Complementary pass-transistor logic.
7. Lógica combinacional dinámica
Principios. Características. Análisis de tiempos de subida y bajada. Corrientes de pérdida. Distribución de carga. Puertas dinámicas en cascada. Lógica dominó.
8. Diseño de bajo consumo
Disipación de potencia. Relación de la potencia con la temperatura. Consumo de potencia en puertas CMOS. Técnicas de diseño CMOS de baja potencia.
9. Diseño secuencial
Sistemas con elementos de memoria. Tiempos relevantes en la carga de un dispositivo. Elementos de memoria. Pipeline con registros y con latches. Una y dos fases de reloj. Clock skew (desviación de reloj). Sincronización de sistema mediante PLL.
10. Test
La importancia del test. Scan test. Boundary scan test. Fallos. Simulación de fallos. Generación automática de patrones de test. Built in self test.
11. Tres prácticas de full–custom

TEXTOS RECOMENDADOS:

- "Digital Integrated Circuits", Jan M. Rabaey, Ed. Prentice Hall
- "Principles of CMOS VLSI Design", Neil H. E. Weste, Kamran Eshraghian, Ed. Addison Wesley

EVALUACIÓN:

Un examen teórico al final del primer cuatrimestre.

423. LABORATORIO DE SISTEMAS INTEGRADOS

Curso: 5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**417**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

PROGRAMA:

PRIMERA PARTE: DISEÑO DE CIRCUITOS CON ESQUEMÁTICOS.

Práctica 1.- Diseño de un circuito combinacional usando esquemáticos: Sumador de 4 bits. Generación de símbolos y simulación lógica.

Práctica 2. – Diseño de un circuito secuencial: un generador de secuencias.

SEGUNDA PARTE: DISEÑO DE CIRCUITOS CON VHDL.

Práctica 3. - Diseño de un circuito combinacional usando VHDL: Comparador de dos números de 4 bits.

Práctica 4. - Diseño de un reconocedor de secuencias mediante máquinas de estados.

Práctica 5.- Diseño de un ascensor.

Práctica 6.- Diseño de un multiplicador sin signo mediante el algoritmo de suma-desplazamiento.

Práctica 7.- Diseño de un reloj digital con alarma.

Práctica 8.- Diseño de un circuito para jugar al black-jack.

Práctica 9.- Diseño de un circuito reconocedor de teclado.

TEXTOS RECOMENDADOS:

- **VHDL Lenguaje Estándar de Diseño Electrónico**

  Lluís Terés, Yago Torroja, Serafín Locos y Eugenio Villar. McGraw-Hill 1997.

- **The Practical Xilinx Designer. Lab Book, Version 1.5**

  David Van den Bout. Prentice Hall 1999.

EVALUACIÓN:

Se realizarán dos exámenes finales en junio y septiembre respectivamente. Para aprobar la asignatura será necesario además la asistencia a las sesiones de prácticas y la realización de las mismas. La nota final dependerá en un 70% del resultado del examen y en un 30% de la evaluación de las prácticas.

424. PROGRAMACIÓN

Curso: 4º **Cuatrimestre:** 1er **Carácter:** Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	**339**
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS: Resulta muy conveniente haber cursado la asignatura optativa de 1º ciclo de la Licenciatura en Física "Fundamentos de Programación".

Resumen del programa:

El objetivo de la asignatura es estudiar algunos conceptos básicos de programación útiles para el desarrollo de aplicaciones informáticas. Para ello se utiliza el paradigma conocido como "programación orientada a objetos" (POO). Este paradigma facilita el diseño de software reutilizable y fácil de mantener/modificar, y permite introducir de forma natural el concepto de "tipo abstracto de datos" (TAD), esencial para producción de software de calidad.

A lo largo del curso los estudiantes aprenderan mecanismos y conceptos de POO tales como el desarrollo de programas estructurados basándose en el concepto de clase, la organización de clases en jerarquías mediante la utilización de herencia y la utilización del polimorfísmo. El lenguaje utilizado para ejemplificar los conceptos será Java. El desarrollo de aplicaciones en el laboratorio por parte de los alumnos complementará las clases de teoría.

Programa detallado:

- Introducción a la programación en Java..
- Clases, objetos y métodos.
- Herencia y polimorfismo.
- Diseño de aplicaciones orientadas a objetos.
- Tipos abstractos de datos: listas, pilas y colas.

Bibliografía:

- J. Sánchez Allende y otros. *Java 2. Iniciación y Referencia.* Osborne McGraw Hill, 2001
- Agustín Froufe. *Java 2. Manual de usuario y tutorial.* Ra-Ma, 1999.
- W. Savitch. *Java. An introduction to computer science and programming.* 2nd ed. Prentice Hall, 2001.
- B. Eckel. *Thinking in Java.* Prentice Hall, 1998.
- F. M. Carrano, J. J. Prichard. *Data abstraction and problem solving with Java.* Addison-Wesley, 2001.
- Y. D. Liang. *Introduction to Java programming with JBuilder 3.* Prentice Hall, 2000.
- H. M. Deitel, P. J. Deitel. *Cómo programar en Java.* Prentice Hall, 1998.
- J. Lewis, W. Loftus. *Java. Software solutions.* 2nd ed. Addison-Wesley, 2000.

Desarrollo de la asignatura: Clases teóricas en aula que se podrán complementar con clases de laboratorio para la realización de prácticas con un compilador de Java.

Evaluación: Al tratarse de una asignatura cuatrimestral, no habrá exámenes parciales. Los alumnos tendrán derecho a dos convocatorias en las fechas establecidas. Se podrá exigir el desarrollo de alguna práctica en Java como parte de la nota final.

900. PRACTICAS EN EMPRESAS

Curso: 4º/5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Libre elección

Créditos: 6

Oferta y condiciones generales de las prácticas(*)

Los alumnos interesados en cursar esta asignatura deben ponerse en contacto con la Fundación General de la Universidad (C/ Donoso Cortés, 65; www.ucm.es/info/fgu) o con el COIE (Edificio de Alumnos de la UCM; www.coie.ucm.es), los dos organismos de la UCM que ofertan prácticas en empresas y tramitan los convenios de cooperación entre la universidad y empresas e instituciones.

Cada práctica ha de contar con un tutor en la empresa y un tutor en uno de los departamentos de la titulación que esté cursando el alumno. El número total de horas en la empresa ha de ser superior a 300 (50 horas por crédito). Una vez acordada la práctica entre la empresa y el alumno, el COIE o la Fundación General proporcionarán al alumno una copia del anexo al correspondiente convenio en donde se debe especificar: 1) nombre del alumno, 2) número de horas de trabajo, 3) periodo de duración de las prácticas, 4) nombre y firma de los dos tutores y 5) una breve descripción del trabajo a realizar. Es responsabilidad del alumno informar al COIE o a la Fundación General del carácter curricular de las prácticas y verificar que el anexo al convenio entre la empresa y la Universidad Complutense contiene la información mencionada.

Matrícula

La matrícula puede formalizarse en la Secretaría de la Facultad en la **primera quincena de marzo** de cada curso, previa presentación del original y copia del anexo en donde se detalla la práctica a realizar (o en curso). *Sin este documento no es posible la formalización de la matrícula*. La fecha de comienzo de las prácticas debe ser posterior al 1 de marzo del año académico anterior al curso en el que se formaliza la matrícula.

Evaluación

El alumno debe elaborar una memoria que será evaluada por una comisión nombrada para cada curso académico por la Junta de Facultad. Para la evaluación de cada práctica, además de los miembros permanentes, se unirá a la Comisión el tutor académico, quien informará sobre la evolución y la calidad del trabajo realizado. Asimismo, el tutor en la empresa elaborará un informe evaluando el rendimiento del alumno. Este informe debe ser aportado por el alumno ante la Comisión, en sobre cerrado y firmado.

La Comisión calificará la práctica de forma similar a otra asignatura, con las notas de Matrícula de Honor, Sobresaliente, Notable, Aprobado, Suspenso o No Presentado, atendiendo al informe del tutor en la empresa, la memoria y las indicaciones del tutor académico.Se establecerán dos convocatorias, una ordinaria en la primera quincena de julio y una extraordinaria en la segunda quincena de septiembre.

(*) La normativa completa de las Prácticas en Empresas está expuesta en los paneles de información de Secretaría.

900. TRABAJOS ACADÉMICAMENTE DIRIGIDOS

Curso: 4º/5º **Cuatrimestre:** 2º **Carácter:** Libre elección

Créditos: 6

Oferta de trabajos.-

Cada Departamento hará pública la oferta de trabajos dirigidos bajo su responsabilidad, indicando el título, número de créditos, una breve descripción de los objetivos, el nombre del profesor asignado como tutor y los conocimientos previos recomendados. Asimismo, se publicarán los criterios de asignación de los trabajos.

El Departamento se compromete a proporcionar los medios técnicos y bibliográficos necesarios para la realización del trabajo.

Asignación de trabajos.-

Los alumnos solicitarán al Departamento correspondiente la asignación de uno de los trabajos ofertados.

El Departamento llevará a cabo a la asignación de trabajos atendiendo a los criterios públicos de selección.

Evaluación.-

A propuesta de los Departamentos, la Junta de Facultad nombrará las Comisiones encargadas de evaluar los trabajos.

Para la evaluación de cada proyecto, se unirá a la Comisión el tutor, quien informará sobre la evolución y la calidad del trabajo.

Como resultado de la evaluación, se calificará el proyecto de forma similar a otra asignatura, siendo las posibles calificaciones: Matricula de Honor, Sobresaliente, Notable, Aprobado, Suspenso, No Presentado.

Los alumnos que no hayan superado la evaluación en junio podrán presentarse en la convocatoria de septiembre.

Calendario.-

Publicación de los trabajos en los Departamentos:
Fecha límite: finales de noviembre.

Presentación en la Secretaría del Departamento de las solicitudes para la asignación de trabajos:
Fecha límite: finales de enero.

Publicación en cada Departamento de la relación de alumnos seleccionados:
Fecha límite: finales de febrero.

Plazo de matrícula: primer quincena de marzo.

Acto de presentación de los trabajos ante la Comisión:
Convocatoria de junio: antes del 10 de julio.
Convocatoria de septiembre: antes del 30 de septiembre.

6. NORMAS DE MATRICULACIÓN

CURSO 2003/2004

6. NORMAS DE MATRICULA

Toda la información acerca de las asignaturas de libre elección ofertada por la Universidad Complutense se puede encontrar en la publicación: "Oferta de asignaturas de libre elección, curso 2002/2003".

La asignaturas optativas del plan de estudios de la Licenciatura en Física, pueden cursarse como de libre elección. En caso de matricularse de una de estas materias el alumno debe indicar claramente si solicita la matriculación como asignatura optativa de la Licenciatura de Física o como asignatura de Libre Elección. Evidentemente, una vez cursada una de estas materias en una de las dos opciones no puede ser cursada en la otra.

Se recuerda a los alumnos que antes de matricularse de las asignaturas Optativas y de Libre Elección deben comprobar que no existen incompatibilidades horarias de clases ni de exámenes.

6.3. PLAZOS DE MATRÍCULA

1.- FORMALIZACIÓN DE LA MATRÍCULA

Orden de la Matrícula:

Se establece siguiendo el orden alfabético según la letra inicial del primer apellido, comenzando por la **letra X** (BOE 14 de marzo de 2003) Este orden será aplicado en todos los períodos de matrícula.

El PRIMER PLAZO de matrícula será del **22 al 25 de julio**, para los alumnos **nuevos de primer curso** que han sido admitidos en la fase de junio;

DÍA	APELLIDOS
22 de julio	X-Y-Z-A-B-C-D
23 de julio	E-F-G-H-I-J
24 de julio	L-M-N-Ñ-O-P
25 de julio	Q-R-S-T-U-V-W-

Estos alumnos ***deberán formalizar su matrícula en la Secretaría de Alumnos de la Facultad***. Se recomienda consultar previamente los grupos de clase y horarios. Sólo se admitirán cambios de turno y grupo en los casos debidamente documentados.

ALUMNOS DE PRIMER CURSO

Desde el 8 al 26 de septiembre se impartirá la asignatura genérica de libre elección "*Elementos de Física y Matemáticas"* de 4,5 créditos (3 horas diarias). Esta asignatura, de carácter eminentemente práctico, revisa los contenidos mínimos necesarios e indispensables para poder comenzar las asignaturas de Física y Matemáticas de primer curso, cubriendo de este modo las posibles carencias en la formación previa del alumno.

Igualmente, existe una asignatura genérica de libre elección denominada "*Elementos de Química de 4,5 créditos* (3 horas diarias) que se impartirá del 10 al 30 de septiembre. Esta asignatura es especialmente recomendable para aquellos alumnos que quieran complementar su formación química preuniversitaria. La experiencia en otras facultades ha demostrado la eficacia de esta clase de asignaturas en los posteriores resultados académicos del alumno de primer curso.

El SEGUNDO PLAZO de matrícula está destinado para ***alumnos que hayan superado la totalidad de asignaturas matriculadas el curso anterior*** en las convocatorias de febrero y junio, salvo la libre elección. Se publicará a primeros de septiembre una relación nominal de alumnos que cumplen esta condición. Tendrán preferencia en la elección de grupo y efectuarán la matrícula los días;

DÍA	APELLIDOS
5 de septiembre	X-Y-Z-A-B-C-D- E-F
10 de septiembre	G-H-I-J L-M
11 de septiembre	N-Ñ-O-P-Q-R-S-T-U-V-W

Estos alumnos podrán, si lo desean, efectuar la matrícula por internet un día antes del plazo establecido en el cuadro para efectuarla en la Secretaría de Alumnos, es decir, los días 4,5, y 10 de septiembre.

Alumnos de nuevo ingreso en la Ingeniería Electrónica e Ingeniería de Materiales;
Estos alumnos ***deberán formalizar su matrícula en la Secretaría de Alumnos de la Facultad*** los días 10 y 11 de septiembre; debiendo aportar:

- Certificado de estudios de asignaturas superadas en los estudios que dan acceso a la Ingeniería
- Título o su justificante de abono de los estudios de origen (si procede)
- Fotocopia DNI y 3 fotografías

DÍA	APELLIDOS
10 de septiembre	X-Y-Z-A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-
11 de septiembre	M-N-Ñ-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-

Deberán tener en cuenta aquellos alumnos que estén obligados a cursar complementos de formación, que deben matricularlos obligatoriamente y, completar con asignaturas del primer año de la titulación un mínimo de 60 créditos. Independientemente de la justificación del título o certificado de estudios en el Vicerrectorado de Alumnos para la preinscripción, deberán adjuntar la documentación señalada anteriormente. Aquellos alumnos que soliciten convalidación de asignaturas, deberán presentar en el Registro General de la Facultad la solicitud junto con copia del expediente académico y los programas de asignaturas cursadas, reflejando en la solicitud la correspondencia entre asignaturas cursadas y asignaturas que se solicita la convalidación con sus códigos correspondientes.

TERCER PLAZO DE MATRÍCULA

Estará destinado al resto de los alumnos y estará comprendido desde el 12 de septiembre hasta el 10 de octubre, ambos inclusive. Durante este plazo deberán efectuar la matrícula, independientemente de la titulación, el resto de alumnos según el siguiente cuadro:

DÍA	APELLIDOS
12 de septiembre	desde YAGÜE FERNÁNDEZ hasta ARAGÓN SÁNCHEZ
15 de septiembre	desde ARAGUETE RIESCO hasta BERNIS CLAVIJO
16 de septiembre	desde BERRIO SOLER hasta CARRO SEVILLANO
17 de septiembre	desde CARVAJAL PAJE hasta CUBO ROBLEDO
18 de septiembre	desde CUELLAR PAREJO hasta FERNÁNDEZ GAITÁN

19 de septiembre	desde FERNÁNDEZ GARCÍA hasta GARCÍA GIMENEZ
22 de septiembre	desde GARCÍA GONZÁLEZ hasta GOMIS MORENO
23 de septiembre	desde GONZÁLEZ ALAMEDA hasta HERMOSO CAMUÑAS
24 de septiembre	desde HERNÁNDEZ BURGOS hasta JULIÁN CORTÉS
25 de septiembre	desde KIRCHNER BOSSI hasta MALDONADO PRADO
26 de septiembre	desde MALO HUERTA hasta MEILAN BERMEJO
29 de septiembre	desde MEIRO GARCÍA hasta NAVARRO FERNANDEZ CHECA
30 de septiembre	desde NAVAS MODROÑO hasta PÉREZ COLLADO
2 de octubre	desde PÉREZ DÍEZ hasta RETES CASCALES
3 de octubre	desde REVIRIEGO SANZ hasta ROYO HERNÁNDEZ
6 de octubre	desde RUANO GUTIÉRREZ hasta SARANDESES HERRERO
7 de octubre	desde SARDA YUDEGO hasta WAINSTEIN ALTERMAN
8 de octubre	TRASLADOS DE EXPEDIENTE CONCEDIDOS (X-Y-Z-A-B-C-D-E-F)
9 de octubre	TRASLADOS DE EXPEDIENTE CONCEDIDOS (G-H-I-J-K-L-M-)
10 de octubre	TRASLADOS DE EXPEDIENTE CONCEDIDOS (N-Ñ-O-P-Q-R-S-T-U-V-W)

Traslados de expediente académico desde otras universidades

Se presentarán las solicitudes del 1 al 31 de julio en el Registro General de la Facultad, en el modelo normalizado al efecto junto con fotocopia del DNI, certificación de estudios donde consten las asignaturas superadas en la Universidad de origen. En el caso de no poder obtener el certificado durante el plazo señalado, se presentará declaración jurada de las calificaciones obtenidas. Como norma general para la aceptación del traslado, será no tener convocatorias agotadas en ninguna asignatura y tener superado como mínimo 60 créditos, indistintamente del carácter de las asignaturas, en enseñanzas renovadas (planes nuevos) o el primer curso completo en enseñanzas no renovadas (planes antiguos). Estos alumnos una vez autorizado el traslado deberán solicitar a la Subcomisión de Convalidaciones la adaptación de asignaturas en el modelo normalizado junto con el certificado personal de estudios (original) y los programas de las asignaturas superadas en su Universidad de origen, haciendo la correspondencia de asignaturas tal y como se indica en el impreso de adaptación.

Solicitud de cambios de grupo:
Los días **8, 9 y 10 de octubre** (inclusive) en la Secretaría de Alumnos, mediante el modelo normalizado. No se atenderán las peticiones que no estén debidamente justificadas.

SISTEMA DE AUTOMATRÍCULA

Al igual que el curso anterior, se va a implantar en esta Facultad **el sistema de automatrícula** para este curso, con la particularidad de poder efectuar la misma desde cualquier punto con acceso a internet . Será necesario el identificador y la password que debe obrar en poder del alumno, reseñando que está operativo en el apartado correspondiente de la página oficial de la UCM el cambio de clave y el mecanismo recordatorio de la password. Si se opta por realizar la matrícula a través de este sistema, **se podrá realizar con un día de antelación al fijado en el cuadro** anterior. Una vez que el alumno pueda acceder al sistema para realizar la automatrícula, podrá hacerlo cualquiera de los días que permanezca abierto el plazo, teniendo la posibilidad de imprimir el resguardo de la misma, junto con los recibos de pago cuantas veces sea necesario. El acceso será a partir de las 9 h hasta las 22 h. Se habilitarán unos buzones en la Facultad para entregar posteriormente el sobre de matrícula cumplimentado junto con la documentación que corresponda.

Si hubiere cualquier dificultad para su realización deberá personarse el día señalado en el cuadro. (Ej. YAGUE FERNANDEZ, podría optar por efectuar su automatrícula desde cualquier punto con acceso a internet, el día 11 de septiembre o entregar la matrícula en la Secretaría de Alumnos el día 12 de septiembre). Se recomienda consultar la página oficial de la Universidad y de la Facultad de Ciencias

Físicas, para ampliar la información sobre esta modalidad. Igualmente, se deberá consultar la información que se facilite en la propia Facultad para una mejor coordinación de la matrícula para este curso.

NUEVO PLAN DE ESTUDIOS. ADAPTACIÓN

Está previsto que durante el curso 2003 / 2004 entre en vigor el nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Física, el cual consiste fundamentalmente en una **disminución** de los 322 créditos necesarios en el Plan 332 – 95 a los 304,5 créditos que se deberán cursar en el Plan 332 –03 para obtener la titulación.
Dado que las asignaturas existentes en el nuevo plan son esencialmente las mismas que en el plan anterior, el proceso de adatpación al nuevo plan es muy simple y resulta prácticamente automático. Sin embargo, es necesario que el alumno lo solicite en el plazo y forma que se anunciará oportunamente. Dadas estas características, y al no existir desventaja alguna, es muy recomendable para todos los alumnos la adaptación del plan 332 –95 al nuevo plan 332 –03.

6.4. ANULACIÓN DE MATRÍCULA

Se puede solicitar mediante instancia dirigida al Ilmo. Sr. Decano de la Facultad durante el primer trimestre del curso (hasta el 30 de diciembre). Supone la anulación de todas las asignaturas y sólo da lugar a devolución de tasas en el caso de que se solicite antes del inicio del curso académico (30 de septiembre)

6.5. ELECCIÓN DE GRUPO

La asignación de grupo se hará por riguroso orden de llegada

Una vez elegido un grupo no se podrá cambiar excepto en situaciones excepcionales, debidamente justificadas mediante solicitud al Ilmo. Sr. Decano. El plazo de solicitud para cambio de grupo será del 7 al 11 de Octubre.

Antes de formalizar la matrícula es necesario consultar los horarios de clases, tanto teóricas como prácitcas, así como el calendario de exámenes y tener previstas las distintas opciones por orden de preferencia.