

**Guía Docente**  
**Licenciatura en Física**  
**UCM**

**Curso 2013-14**

## INDICE

<b>1 RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS.....</b>	<b>3</b>
1.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	4
1.1.1 Distribución de los créditos.....	4
1.2 PLAN DE ESTUDIOS.....	5
1.2.1 Primer Ciclo.....	5
1.2.2 Segundo Ciclo.....	6
1.2.3 Adaptación del Plan 95 al Plan 03.....	10
1.2.4 Proceso de extinción de los estudios de Licenciatura.....	11
1.2.6 Calendario Académico.....	12
1.3 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ASIGNATURAS.....	13
1.3.1 Laboratorios.....	13
1.3.2 Primer Curso.....	13
1.3.3 Segundo Curso.....	14
1.3.4 Tercer Curso.....	15
1.3.5 Primer Ciclo. Asignaturas Optativas.....	16
1.3.6 Cuarto Curso.....	18
1.3.7 Quinto Curso.....	19
1.3.8 Segundo Ciclo. Asignaturas Optativas.....	20
<b>2. HORARIOS DE CLASE Y PROFESORADO.....</b>	<b>27</b>
2.1 PRIMER CICLO.....	29
2.1.1 Primer Curso.....	29
2.1.2 Segundo Curso.....	29
2.1.3 Tercer Curso.....	30
2.1.4 Laboratorios de Técnicas Experimentales I, II, III y IV.....	31
2.1.5 Optativas.....	32
2.2 SEGUNDO CICLO.....	33
2.2.1 Cuarto Curso.....	33
2.2.2 Quinto Curso.....	34
2.2.3 Cuarto Curso. Asignaturas Optativas.....	35
2.2.4 Quinto Curso. Asignaturas Optativas.....	38
2.2.4 Quinto Curso. Asignaturas Optativas.....	38
<b>3. CUADROS HORARIOS POR ESPECIALIDADES INTRACURRICULARES.....</b>	<b>44</b>
<b>4. CALENDARIO DE EXÁMENES.....</b>	<b>52</b>
<b>5. PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS.....</b>	<b>58</b>

Fecha de actualización: 11/07/2013

***RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS***  
***(Plan 2003)***

***CURSO 2013/2014***

## 1.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

El Título de Licenciado en Física, plan 2003, comenzó el curso académico 2003-04 y es una adaptación del plan 1995. La principal diferencia es 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.

En el curso 2009-10 comenzó la implantación del nuevo Grado en Física adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior por lo que ya no se admiten alumnos nuevos en primer curso de Licenciatura. El apartado 1.2.4 describe en detalle el proceso de extinción de estos estudios.

### 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	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:

- Los que cursen primer ciclo de estos estudios
- 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**

(Carácter de las asignaturas: Tr: troncal, Ob: obligatoria, Op: optativa)

**1.2.1 PRIMER CICLO****PRIMER CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias** (Ya extinguidas el curso 2012-13)

Código	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
102817	300 Cálculo I .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	7,5
102819	302 Álgebra Lineal .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	7,5
102820	303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor .....	Ob ...	1 <sup>er</sup> .....	7,5
102822	305 Química .....	Ob ...	1 <sup>er</sup> .....	7,5
102818	301 Cálculo II .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	7,5
102821	304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas .....	Ob ...	2 <sup>o</sup> .....	7,5
102823	306 Laboratorio de Física .....	Ob ...	Anual .....	6
102824	307 Estadística .....	Ob ...	2 <sup>o</sup> .....	6
102825	308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación .....	Ob ...	2 <sup>o</sup> .....	6

**SEGUNDO CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias** (Ya extinguidas este curso 2013-14)

Código	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
102826	309 Ecuaciones Diferenciales I .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	6
102829	312 Mecánica y Ondas I .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	6
102831	314 Termodinámica I .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	6
102832	315 Técnicas Experimentales en Física I .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	4,5
102827	310 Ecuaciones Diferenciales II .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	6
102828	311 Electromagnetismo I .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	6
102830	313 Óptica I .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	4,5
102833	316 Técnicas Experimentales en Física II .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	4,5

**TERCER CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias**

Código	Asignatura	Caráct.	Cuatrim.	Créditos
102834	317 Electromagnetismo II .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	4,5
102835	318 Mecánica y Ondas II .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	4,5
102838	321 Técnicas Experimentales en Física III .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	4,5
102840	323 Física Cuántica I .....	Tr ...	1 <sup>er</sup> .....	6
102836	319 Óptica II .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	6
102837	320 Termodinámica II .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	4,5
102839	322 Técnicas Experimentales en Física IV .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	4,5
102841	324 Física Cuántica II .....	Tr ...	2 <sup>o</sup> .....	4,5

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

## Asignaturas Optativas de Primer Ciclo

Código	Asignatura	Cuatrimestre	Créditos
102842	325 Biofísica (*).....	1 <sup>er</sup>	4,5
102843	326 Física de la Atmósfera .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102844	327 Física de la Tierra .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102847	330 Física de Materiales .....	1 <sup>er</sup>	4,5
102849	332 Variable Compleja .....	1 <sup>er</sup>	4,5
102851	334 Elementos de Geología (*).....	1 <sup>er</sup>	4,5
102852	335 Elementos de Biología (*) .....	1 <sup>er</sup>	4,5
102856	339 Fundamentos de Programación .....	1 <sup>er</sup>	4,5
102845	328 Geometría Diferencial Clásica .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102846	329 Astrofísica .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102848	331 Estructura Espacio-Tiempo .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102850	333 Métodos Numéricos y Análisis de Señales (*).....	2 <sup>o</sup>	4,5
102853	336 Sistemas Lineales .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102854	337 Historia y Metodología de la Física .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102855	338 Fundamentos de Computadores .....	2 <sup>o</sup>	4,5
102857	340 Transmisión de Datos .....	2 <sup>o</sup>	4,5

Todas estas asignaturas se encuentran este año en extinción. Los detalles sobre la docencia que se mantiene para ellas se explican en el apartado 2

Nota: De la relación de asignaturas optativas, el Centro ofertará anualmente las que estén en disposición de impartir. Las asignaturas marcadas con (\*) no se impartirán en el curso 2013-2014

## 1.2.2 SEGUNDO CICLO

### CUARTO CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Código	Asignatura	Caráct. Cuatrim.	Créditos
102859	342 Mecánica Cuántica .....	Tr.... 1 <sup>er</sup>	6
102860	343 Mecánica Teórica .....	Tr.... 1 <sup>er</sup>	6
102862	345 Física del Estado Sólido .....	Tr.... 1 <sup>er</sup>	6
102858	341 Física Estadística .....	Tr.... 2 <sup>o</sup>	6
102861	344 Electrodinámica Clásica .....	Tr.... 2 <sup>o</sup>	6
102863	346 Física Atómica y Molecular .....	Ob.... 2 <sup>o</sup>	6

### QUINTO CURSO, Asignaturas Troncales y Obligatorias

Código	Asignatura	Caráct. Cuatrim.	Créditos
102864	347 Física Nuclear y de Partículas .....	Tr.... 1 <sup>er</sup>	6
102865	348 Electrónica I .....	Tr.... 1 <sup>er</sup> 2 <sup>o</sup>	6
102866	349 Electrónica II .....	Tr.... 2 <sup>o</sup> 1 <sup>er</sup>	6

Todas estas asignaturas se encuentran este año en extinción. Los detalles sobre la docencia que se mantiene para ellas se explican en el apartado 2.

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

Asignatura matriculable en cualquiera de las especialidades:

Código	Asignatura	Curso	Cuatrimestre	Créditos
102943	900 Prácticas en empresas / Trabajos académicamente dirigidos ...	5º	..... 2º.....	6

(Los 6 créditos se podrán contabilizar como de Libre Elección u Optativos, a discreción del centro.)

Los siguientes grupos de asignaturas optativas de segundo ciclo darán lugar a las diferentes **orientaciones o especialidades intracurriculares**. Nótese que para realizar las especialidades de **Astrofísica, Física de la Atmósfera, y Geofísica** se habrán de cursar la totalidad de las asignaturas de los correspondientes módulos. Para realizar las especialidades de **Física Fundamental, Física de Materiales, y Dispositivos Físicos y Control** se habrán de cursar **58,5 créditos** a elegir entre la oferta de las correspondientes tablas. 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.

<b>1. ASTROFÍSICA</b>		
El alumno deberá cursar obligatoriamente el siguiente grupo de asignaturas:		
Cod.	Asignatura	Créditos
102883	366 Fundamentos de Astrofísica	4,5
102884	367 Astronomía Observacional	4,5
102885	368 Dinámica Galáctica	4,5
102886	369 Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)	6
102887	370 Dinámica de Fluidos	4,5
102888	371 Técnicas Experimentales en Astrofísica	4,5
102889	372 Estructura Interna y Evolución Estelar	4,5
102890	373 Astrofísica del Medio Interestelar	4,5
102891	374 Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	6
102892	375 Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	4,5
<b>Total créditos</b>		<b>48</b>

<b>2. FÍSICA DE LA ATMÓSFERA</b>		
El alumno deberá cursar obligatoriamente el siguiente grupo de asignaturas:		
Cod.	Asignatura	Créditos
102887	370 Dinámica de Fluidos	4,5
102907	390 Oceanografía Física	4,5
102917	400 Radiación Atmosférica	4,5
102918	401 Termodinámica de la Atmósfera	4,5
102919	402 Física Atmosférica	4,5
102920	403 Dinámica Atmosférica	4,5
102921	404 Ampliación de Dinámica Atmosférica	4,5
102922	405 Física del Clima	4,5
102923	406 Física de Nubes	4,5
102924	407 Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	4,5
102925	408 Difusión Atmosférica	4,5
102926	409 Predicción Numérica	4,5
<b>Total créditos</b>		<b>54</b>

<b>3. FÍSICA FUNDAMENTAL</b>		
El alumno deberá cursar un mínimo de <b>58,5 créditos</b> entre las siguientes asignaturas:		
<b>Cod.</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>
102868	351 Física Computacional	4,5
102869	352 Teoría de Grupos	4,5
102870	353 Mecánica Cuántica Avanzada	4,5
102871	354 Teoría Cuántica de Campos	4,5
102872	355 Radiofísica	4,5
102873	356 Sistemas Fuera del Equilibrio	4,5
102874	357 Óptica Estadística	4,5
102875	358 Gravitación y Cosmología	4,5
102876	359 Estructura Nuclear	4,5
102877	360 Procesos Moleculares	4,5
102878	361 Procesos Atómicos	4,5
102879	362 Relatividad General	4,5
102880	363 Fenómenos Colectivos	4,5
102881	364 Análisis Funcional	4,5
102882	365 Geometría Diferencial Avanzada	4,5
102883	366 Fundamentos de Astrofísica	4,5
102887	370 Dinámica de Fluidos	4,5
102893	376 Partículas Elementales	4,5
102894	377 Ampliación de Física del Estado Sólido	6
102896	379 Propiedades Magnéticas de los Materiales	4,5
102904	387 Transiciones de Fase	4,5
102905	388 Orden y Dimensionalidad en Sólidos	4,5
<b>Total créditos</b>		<b>100,5</b>

<b>4. GEOFÍSICA</b>		
El alumno deberá cursar obligatoriamente el siguiente grupo de asignaturas:		
<b>Cod.</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>
102907	390 Oceanografía Física	4,5
102908	391 Ondas Sísmicas	4,5
102909	392 Sismología	4,5
102910	393 Geomagnetismo: Campo Interno	4,5
102911	394 Geomagnetismo: Campo Externo	4,5
102912	395 Gravimetría	4,5
102913	396 Prospección Geofísica Electromagnética	4,5
102914	397 Prospección Geofísica Sísmica y Gravimetría	4,5
102915	398 Geofísica Interna y Tectonofísica	4,5
102916	399 Técnicas Experimentales Geofísicas	4,5
<b>Total créditos</b>		<b>45</b>



<b>5. FÍSICA DE MATERIALES</b>		
El alumno deberá cursar un mínimo de <b>58,5 créditos</b> entre las siguientes asignaturas:		
<b>Cod.</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>
102867	350 Ampliación de Química	4,5
102894	377 Ampliación de Física del Estado Sólido	6
102895	378 Defectos en Sólidos	4,5
102896	379 Propiedades Magnéticas de los Materiales	4,5
102897	380 Técnicas de Microscopía	4,5
102898	381 Propiedades Ópticas de los Materiales	4,5
102899	382 Propiedades Mecánicas de los Materiales	4,5
102900	383 Propiedades Eléctricas de los Materiales	4,5
102901	384 Equilibrio y Cinética de Sólidos	6
102902	385 Difracción y Espectroscopía en Sólidos(*)	4,5
102903	386 Física de Láser	4,5
102905	388 Orden y Dimensionalidad en Sólidos	4,5
102906	389 Materiales Magnéticos	4,5
102927	410 Física de Semiconductores	6
102929	412 Materiales Semiconductores	4,5
<b>Total créditos</b>		<b>70,5</b>

<b>6. DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL</b>		
El alumno deberá cursar un mínimo de <b>58,5 créditos</b> entre las siguientes asignaturas:		
<b>Cod.</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>
102868	351 Física Computacional	4,5
102897	380 Técnicas de Microscopía	4,5
102898	381 Propiedades Ópticas de los Materiales	4,5
102899	382 Propiedades Mecánicas de los Materiales	4,5
102900	383 Propiedades Eléctricas de los Materiales	4,5
102903	386 Física de Láser	4,5
102906	389 Materiales Magnéticos	4,5
102928	411 Física de dispositivos	4,5
102930	413 Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos	4,5
102931	414 Control de Sistemas	6
102932	415 Dispositivos de Instrumentación Óptica	6
102933	416 Ampliación de Control de Sistemas	4,5
102934	417 Circuitos Digitales	6
102935	418 Laboratorio de Sistemas Digitales	4,5
102936	419 Fundamentos de Tecnología Electrónica	4,5
102937	420 Integración de Procesos Tecnológicos	4,5
102938	421 Robótica	4,5
102939	422 Diseño y Test de Circuitos Integrados	6
102940	423 Laboratorio de Sistemas Integrados	4,5
102941	424 Programación	4,5
<b>Total créditos</b>		<b>96</b>

(\*) No impartida el curso 2013-14.

### 1.2.3 Adaptación del Plan 95 al Plan 03

El plan 2003 de la Titulación de Física 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 título 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	<b>7,0</b>	102817 - 300 Cálculo I	<b>7,5</b>
201. Cálculo II		102818 - 301 Cálculo II	
202. Álgebra Lineal		102819 - 302 Álgebra Lineal	
271. Técnicas Experimentales en Astrofísica	<b>3,0</b>	102888 - 371 Técnicas Experimentales en Astrofísica	<b>4,5</b>
275. Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica		102892 - 375 Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	
290. <b>Oceanografía</b>	4,5	102907 - 390 <b>Oceanografía Física</b>	4,5
297. Prospección Geofísica y Electromagnética	<b>4,0</b>	102913 - 396 Prospección Geofísica y Electromagnética	<b>4,5</b>
297. Prospección Geofísica Sísmica y Gravimétrica		102914 - 397 Prospección Geofísica Sísmica y Gravimétrica	
300. <b>Radiación en la Atmósfera</b>	4,5	102917 - 400 <b>Radiación Atmosférica</b>	4,5
310. Física de Semiconductores*	<b>4,5</b>	102927 - 410 Física de Semiconductores*	<b>6</b>
314. Control de Sistemas*		102931 - 414 Control de Sistemas*	
311. <b>Física de Dispositivos Electrónicos*</b>	<b>6</b>	102928 - 411 <b>Física de Dispositivos*</b>	<b>4,5</b>
319. <b>Laboratorio de Sistemas Digitales y Control*</b>		102935 - 418 <b>Laboratorio de Sistemas Digitales*</b>	
313. <b>Laboratorio de Dispositivos*</b>	<b>3</b>	102930 - 413 <b>Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos*</b>	<b>4,5</b>
315. Instrumentación	9	<b>No tienen equivalencia</b>	
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.

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

La Adaptación es inmediata ya que salvo las excepciones anteriormente mencionadas no ha habido ningún cambio ni en el nombre ni en la carga lectiva de las asignaturas. Por todo esto **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.

### **1.2.4 Proceso de extinción de los estudios de Licenciatura**

En paralelo con la implantación progresiva de los estudios de Grado, los de Licenciatura se irán extinguiendo año a año en esta facultad. Según consta en las Normas de Matrícula de la UCM, la Comisión de Estudios delegada de la Junta de Gobierno de esta Universidad estableció en su sesión celebrada el día 22 de enero de 1997 la regulación de Convocatorias en planes de estudio en extinción.

De acuerdo con esta normativa citada, durante el año académico 2013-14 los cursos de 1º y 2º de Licenciatura se encuentran ya extinguidos. Los cursos de 3º y 4º (incluidas todas las asignaturas optativas de primer ciclo) se encuentran en situación de extinción, contando con convocatorias de examen pero no con clases. El año 2013-14 será ya el último en que los alumnos puedan matricularse y examinarse de asignaturas de 3º, y el 2014-15 el último para las de 4º.

Para las asignaturas troncales u obligatorias de 5º curso se mantendrá este curso docencia en un grupo único.

La extinción de las asignaturas optativas de segundo ciclo depende del curso a que estén asignadas. Así, las asignadas a 4º curso entraron en extinción el 2012-13, aunque se mantuvo docencia para la mayoría de ellas.

Las optativas asignadas a 5º curso entran en extinción este 2013-14, pero a diferencia de las troncales, sólo se mantiene docencia para aproximadamente la mitad de ellas durante este curso académico (a condición de que tengan un mínimo de 6 alumnos matriculados). Para ninguna de ellas se impartirá docencia ya el curso 2014-15.

## 1.2.6 Calendario Académico

### **FESTIVIDADES ACADÉMICAS:**

- El día **27 de septiembre**: apertura de Curso.
- El día **28 de enero**: Santo Tomás de Aquino.

### **FESTIVIDADES:**

- El día de San Alberto Magno se celebrará el **15 de noviembre**.

Serán, también, días festivos los establecidos por el Estado y la Comunidad Autónoma, que son los siguientes para el curso 2013-14:

- o El día 1 de noviembre: día de Todos los Santos
- o El día 6 de diciembre: día de la Constitución Española
- o El día 8 de diciembre: festividad de la Inmaculada Concepción
- o El día 19 de marzo: festividad de S. José
- o El día 15 de mayo: festividad de S. Isidro

Una vez que se publiquen en el B.O.E. las correspondientes normas sobre días festivos, tanto de ámbito nacional como local, para el próximo curso 2013-14, se comunicarán oportunamente.

### **Serán días no lectivos los siguientes:**

Vacaciones de Navidad: del 23 de diciembre al 7 de enero, ambos inclusive.

Vacaciones de Semana Santa: del 11 al 21 de abril, ambos inclusive.

Vacaciones de Verano: del 15 de julio al 30 de agosto, ambos inclusive.

### **CALENDARIO ACADÉMICO:**

El calendario académico para esta Facultad es el siguiente (obsérvese que las fechas de comienzo y finalización se incluyen en el periodo descrito):

<b>Clases Primer Cuatrimestre:</b>	del 30 de septiembre al 20 de diciembre de 2013 y del 8 de enero al 23 de enero de 2014
<b>Exámenes Primer Cuatrimestre (febrero):</b>	del 24 de enero al 17 de febrero de 2014
<b>Clases Segundo Cuatrimestre:</b>	del 18 de febrero al 10 de abril de 2014 y del 22 de abril al 6 de junio de 2014
<b>Exámenes Segundo Cuatrimestre (junio):</b>	del 9 de junio al 1 de julio de 2014
<b>Exámenes Septiembre</b>	del 1 al 17 de septiembre de 2014

## 1.3 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ASIGNATURAS

### 1.3.1 Laboratorios

Puede encontrarse una descripción de las prácticas de laboratorio de cada una de las asignaturas en <http://www.ucm.es/info/ccfis/laboratorios/index.htm>

### 1.3.2 PRIMER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract.	Total	
102817	300 Cálculo I(*)	4,5	3	7,5	Cálculo con una variable. Cálculo numérico. Funciones de variable compleja
102819	302 Álgebra Lineal(*)	4,5	3	7,5	Grupos. Álgebra lineal. Espacios y aplicaciones lineales. Matrices, determinantes, valores y vectores propios. Geometría lineal. Tensores.
102820	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.
102822	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.

#### SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract.	Total	
102818	301 Cálculo II(*)	4,5	3	7,5	Cálculo con varias variables. Análisis vectorial. Curvas y superficies diferenciales.
102821	304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas(*)	4,5	3	7,5	Concepto de campo. Campo eléctrico. Campo magnético. Inducción. Ondas mecánicas. Ondas electromagnéticas. Introducción a la física cuántica y la estructura de la materia.
102824	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.
102825	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.

**ANUAL**

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract.	Total	
102823	306 Laboratorio de Física(*)	1	5	6	Medida de magnitudes físicas. Magnitudes mecánicas. Líquidos. Ondas. Termodinámica. Corriente continua y alterna. Óptica.

(\*) Asignaturas ya extinguidas.

**1.3.3 SEGUNDO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias****PRIMER CUATRIMESTRE**

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract.	Total	
102826	309 Ecuaciones Diferenciales I	4.5	1.5	6	Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales. Funciones especiales.
102829	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.
102831	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.
102832	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
		Teoría	Pract	Total	
102827	310 Ecuaciones Diferenciales II	4.5	1.5	6	Serie de Fourier. Transformadas integrales. Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
102828	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.
102830	313 Óptica I	3	1.5	4,5	Óptica geométrica. Representación óptica. Sistemas ópticos. Aberraciones. Radiometría y Fotometría.
102833	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.

### 1.3.4. TERCER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102834	317 Electromagnetismo II	3	1.5	4,5	Ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell.
102835	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.
102838	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.
102840	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
		Teoría	Pract	Total	
102836	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.
102837	320 Termodinámica II	3	1.5	4,5	Procesos irreversibles. Fenómenos de transporte. Introducción a la Física Estadística Clásica. Teoría cinética.
102839	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.
102841	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.

### 1.3.5 Primer Ciclo. Asignaturas Optativas

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102842	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.
102843	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.
102844	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.
102847	330 Física de Materiales	3	1.5	4,5	Estructura cristalina. Aleaciones. Cerámicas. Polímeros. Cristales líquidos. Materiales amorfos y compuestos.
102849	332 Variable Compleja	3	1.5	4,5	El plano complejo. Funciones holomorfas. Integración sobre arcos. Desarrollos en series de potencias. Teoría de residuos.
102851	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.
102852	335 Elementos de Biología (*)	3	1.5	4,5	Sistemas biológicos. Estructura de las funciones celulares básicas. Ciclo biogeoquímico. Procesos celulares de la evolución.
102856	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.

(\*) No impartida el curso 2013-14.



**SEGUNDO CUATRIMESTRE**

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102845	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.
102846	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.
102848	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.
102850	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.
102853	336 Sistemas Lineales	3	1,5	4,5	Sistemas interconectados y realimentación. Dinámica de sistemas realimentados. Análisis de frecuencia.
102854	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.
102855	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.
102857	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.

(\*) No impartida el curso 2013-14.

### 1.3.6 CUARTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102859	342 Mecánica Cuántica	4	2	6	Postulados de la mecánica cuántica. Simetrías discretas y espacio-temporales. Sistemas cuánticos simples. Métodos de aproximación (perturbaciones estacionarias, método variacional, aproximación semiclásica, transiciones, colisiones).
102860	343 Mecánica Teórica	4	2	6	Mecánica Analítica. Mecánica de Medios Continuos.
102862	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
		Teoría	Pract	Total	
102858	341 Física Estadística	4	2	6	Colectividades, estadísticas clásicas y cuánticas. Aplicaciones al gas ideal, gas de fotones, gas de electrones.
102861	344 Electrodinámica Clásica	4	2	6	Ondas Electromagnéticas. Radiación de cargas en movimiento: desarrollos multipolares y efectos relativistas.
102863	346 Física Atómica y Molecular	4	2	6	Átomos polielectrónicos. Interacciones electrostática y espín-órbita. Efectos de campos magnéticos. Transiciones electromagnéticas. Estructura molecular. Moléculas diatómicas. Acoplamiento de momentos angulares. Moléculas poliatómicas.

### 1.3.7 QUINTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102864	347 Física Nuclear y de Partículas	4	2	6	Propiedades globales de los núcleos. Modelos y reacciones nucleares. Partículas elementales.

#### SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102865	348 Electrónica I	4	2	6	Semiconductores y Dispositivos
102866	349 Electrónica II	2	4	6	Sistemas analógicos amplificadores y osciladores. Electrónica Digital

### 1.3.8 SEGUNDO CICLO. Asignaturas Optativas

Código	Asignatura	Creditos			Breve descripción del contenido
		Teoría	Pract	Total	
102867	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.
102868	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.
102869	352 Teoría de Grupos	3	1.5	4,5	Grupos discretos y sus representaciones. Grupos de Lie. Álgebras de Lie. Representaciones. Simetrías. Aplicaciones.
102870	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.
102871	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.
102872	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.
102873	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.
102874	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.
102875	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.
102876	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.
102877	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.

102878	361 Procesos Atómicos	3	1.5	4,5	Líneas prohibidas en espectros atómicos. Acoplamiento intermedio. Estructura hiperfina. Colisiones electrón-átomo. Secciones eficaces de ionización y recombinación. Estudio de los átomos muy ionizados.
102879	362 Relatividad General	3	1.5	4,5	Geometría pseudo-Riemanniana, principio de equivalencia. Ecuaciones de Einstein. La curvatura de Weyl: fuerzas de marea. Isometría. Soluciones exactas y resultados clásicos. Radiación gravitatoria.
102880	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.
102881	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.
102882	365 Geometría Diferencial Avanzada	3	1.5	4,5	Formas diferenciales. Cálculo exterior. Conexiones. Geometría riemanniana y pseudo-riemanniana. Aplicaciones
102883	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.
102884	367 Astronomía 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.
102885	368 Dinámica Galáctica	3	1.5	4,5	Poblaciones estelares. Cúmulos estelares. Teoría del potencial. Órbitas estelares. Cinemática galáctica. Rotación de galaxias.
102886	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.
102887	370 Dinámica de Fluidos	3	1.5	4,5	Ecuación de Navier-Stokes. Teorema de Bernoulli. Fluidos en rotación. Flujo rotacional: capa límite. Fenómenos convectivos. Turbulencia. Vientos geostróficos y ciclostróficos. Vientos estelares y acreción. Ondas de choque. Magnetohidrodinámica.
102888	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.

102889	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.
102890	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. Masas astronómicas. Regiones HI y HII. Nebulosas planetarias. Ionización por choques. Restos de supernova. Nubes moleculares y formación estelar. Objetos Herbig-Haro.
102891	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.
102892	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.
102893	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.
102894	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.
102895	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.
102896	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.
102897	380 Técnicas de Microscopía	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.
102898	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.
102899	382 Propiedades Mecánicas de los Materiales	3	1.5	4,5	Teoría Lineal de Elasticidad. Ondas elásticas. Anelasticidad. Fricción interna. Plasticidad. Endurecimiento. Fluencia.

102900	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.
102901	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.
102902	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.
102903	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.
102904	387 Transiciones de Fase	3	1,5	4,5	Fases de la materia. Sistemas clásicos con interacción. Modelo de Ising. Estructura de los cristales. Estructura de los fluidos. Mezclas y dispersiones coloidales. Cristales líquidos. Polímeros. Transiciones de fase. Fenómenos críticos.
102905	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.
102906	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.
102907	390 Oceanografía Física	3	1,5	4,5	Distribución de temperatura, salinidad y densidad. Corrientes, olas y mareas.
102908	391 Ondas Sísmicas	3	1,5	4,5	Ondas internas. Reflexión y refracción. Medios heterogéneos. Tierra esférica. Ondas superficiales. Dispersión. Generación de ondas.
102909	392 Sismología	3	1,5	4,5	Parámetros de los terremotos. Mecanismo de foco. Sismicidad. Riesgo sísmico y predicción. Sismometría.
102910	393 Geomagnetismo: Campo Interno	3	1,5	4,5	Observación del campo geomagnético. Campo principal: variación temporal y origen. Magnetismo de rocas. Paleomagnetismo.
102911	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.
102912	395 Gravimetría	3	1,5	4,5	Campo normal de la gravedad. Gravímetros. Anomalías. El geoide. Isostasia. Gravimetría espacial. Mareas terrestres.
102913	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.

(\*) No impartida el curso 2013-14.

102914	397 Prospección Geofísica Sísmica y Gravimétrica	2,5	2	4,5	Métodos sísmicos: reflexión y refracción. Métodos gravimétricos y magnéticos Anomalías. Instrumentación y trabajo de campo. Interpretación.
102915	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.
102916	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.
102917	400 Radiación Atmosférica	3	1,5	4,5	Radiación solar. Radiación terrestre y atmosférica. Modelos radiativos. Balance energético.
102918	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.
102919	402 Física Atmosférica	3	1,5	4,5	Electricidad atmosférica. Turbulencia. Capa límite planetaria.
102920	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.
102921	404 Ampliación de Dinámica Atmosférica	3	1,5	4,5	Método de las perturbaciones. Ondas atmosféricas. Circulación general de la atmósfera.
102922	405 Física del Clima	3	1,5	4,5	Sistema climático. Balance radiativo. Balance dinámico. Modelos climáticos.
102923	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.
102924	407 Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	1,5	3	4,5	Observaciones atmosféricas en superficie. Radiosondeos aerológicos. Meteorología sinóptica. Teledetección.
102925	408 Difusión Atmosférica	3	1,5	4,5	Propiedades difusoras de la Atmósfera. Contaminación atmosférica. Procesos de difusión y transporte. Modelos de difusión.
102926	409 Predicción Numérica	3	1,5	4,5	Modelo barotrópico y baroclínico. Ecuaciones primitivas. Modelos filtrados.
102927	410 Física de Semiconductores	4,5	1,5	6	Estructura de bandas en semiconductores. Impurezas. Estadística de portadores. Fenómenos de transporte. Generación y recombinación. Unión P-N. Modelo SPICE.
102928	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
102929	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.
102930	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, JFET y MOSFET). Comparación con modelos SPICE. Polarización y modelos equivalentes de pequeña señal.



102931	414 Control de Sistemas	3	3	6	Métodos de diseño de respuesta en frecuencia. Análisis y diseño de sistemas mediante variables de estado. Control óptimo. Sistemas discretos. Diseño de controladores discretos. Implementación de controladores digitales.
102932	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.
102933	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.
102934	417 Circuitos Digitales	4.5	1.5	6	Técnicas de diseño de circuitos y sistemas electrónicos.
102935	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.
102936	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).
102937	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.
102938	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
102939	422 Diseño y Test de Circuitos Integrados	3	3	6	Herramientas software para el diseño de circuitos integrados de tipo específico y semiespecífico
102940	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.
102941	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 2013/2014***

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

<b>DEPARTAMENTOS</b>		
<b>Clave</b>	<b>Departamento</b>	<b>Facultad</b>
DACyA	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
DISIA	Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial	Informática
Óptica	Óptica	CC. Físicas
MA	Matemática Aplicada (Biomatemática)	CC. Biológicas
QF	Química-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
EAI	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

A.I.: aula de informática

## 2.1 PRIMER CICLO

### 2.1.1 PRIMER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

Debido a la extinción del plan de estudios, estas asignaturas ya no se ofertan el curso 2013-14.

Código	Asignatura
102817	300 Cálculo I
102818	301 Cálculo II
102819	302 Álgebra Lineal
102820	303 Fundamentos de Física: Dinámica y Calor
102821	304 Fundamentos de Física: Campos y Ondas
102822	305 Química
102823	306 Laboratorio de Física
102824	307 Estadística
102825	308 Introducción al Cálculo Numérico y Programación

### 2.1.2 SEGUNDO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

Debido a la extinción del plan de estudios, estas asignaturas ya no se ofertan el curso 2013-14.

Código	Asignatura
102826	309 Ecuaciones Diferenciales I
102829	312 Mecánica y Ondas I
102831	314 Termodinámica I
102832	315 Técnicas Experimentales en Física I
102827	310 Ecuaciones Diferenciales II
102828	311 Electromagnetismo I
102830	313 Óptica I
102833	316 Técnicas Experimentales en Física II

### 2.1.3 TERCER CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

Debido a la extinción de este plan de estudios, no se impartirán clases de estas asignaturas, aunque tendrán convocatorias de exámenes y tutorías. Se indican los profesores encargados de cada una de las asignaturas.

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102834	317 Electromagnetismo II	M. Sancho Ruiz G. Martínez López S. Muñoz San Martín	FA-III
102835	318 Mecánica y Ondas II	Elena Díaz Gregorio Maqueda Ricardo García	FM FTAA-II FTAA-II
102838	321 Técnicas Experimentales en Física III	C. Creffield G. Piquero Sanz M <sup>a</sup> C. Navarrete Fernández	FM ÓPTICA ÓPTICA
102840	323 Física Cuántica I	A Muñoz Sudupe L.A. Fernández Pérez J.J. Ramínez Mittebrunn	FT-I

#### SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102836	319 Óptica II	E. Bernabeu A. Luis Aina R. Martínez Herrero	ÓPTICA
102837	320 Termodinámica II	Cristóbal Fernández Pineda C. Ruiz Bauzá B. Seoane Rodríguez	FA-I
102839	322 Técnicas Experimentales en Física IV	M <sup>a</sup> C. Navarrete Fernández G. Piquero Sanz F. García López	ÓPTICA ÓPTICA FA-I
102841	324 Física Cuántica II	A. Muñoz Sudupe L. A. Fernández Pérez F.J. Llanes Estrada	FT-I

### 2.1.4 Laboratorios de Técnicas Experimentales I, II, III y IV

Los laboratorios de las 4 asignaturas de Técnicas Experimentales en Física (I, II, III y IV) constan cada uno de ellos de dos partes:

**1. Técnicas Experimentales en Física I**

- Parte 1 (Laboratorio de Termología)
- Parte 2 (Laboratorio de Mecánica y Ondas)

**2. Técnicas Experimentales en Física II**

- Parte 1 (Laboratorio de Mecánica y Ondas)
- Parte 2 (Laboratorio de Electricidad y Magnetismo)

**3. Técnicas Experimentales en Física III**

- Parte 1 (Laboratorio de Óptica)
- Parte 2 (Laboratorio de Electricidad y Magnetismo)

**4. Técnicas Experimentales en Física IV**

- Parte 1 (Laboratorio de Óptica)
- Parte 2 (Laboratorio de Termología)

Para ninguno de estos laboratorios se imparten clases ya el 2013-14 por encontrarse en extinción.

### 2.1.5 PRIMER CICLO. Asignaturas Optativas.

Debido a la extinción de este plan de estudios, no se impartirán clases de estas asignaturas, aunque tendrán convocatorias de exámenes y tutorías.  
Se indican los profesores encargados de cada una de las asignaturas.

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102849	332 Variable Compleja	A. González López E. Olmedilla Moreno F. Finkel Morgenstern	FT-II
102847	330 Física de Materiales	N. de Diego Otero B. Méndez Martín P. Fernández Sánchez	FM
102846	329 Astrofísica	M.J.Fernández Figueroa J. Gorgas García N. Cardiel	FTAA-II
102854	337 Historia y Metodología de la Física	J. Téllez y Pablo E. Serrano Mendoza A. Negrado Moreno Supl.: D. Córdoba Barba	FTAA-I
102856	339 Fundamentos de Programación	?	DISIA

#### SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102848	331 Estructura del Espacio-Tiempo	M.J. Rodríguez Plaza	FT-I
102843	326 Física de la Atmósfera	J. Téllez y Pablo E. Serrano Mendoza A. Negrado Moreno Supl.: D. Córdoba Barba	FTAA-I
102845	328 Geometría Diferencial Clásica	L. J. Garay Elizondo	FT-II
102844	327 Física de la Tierra	J. Téllez y Pablo E. Serrano Mendoza A. Negrado Moreno Supl.: D. Córdoba Barba	FTAA-I
102853	336 Sistemas Lineales	Eva Besada Portas	DACYA
102855	338 Fundamentos de Computadores	Sara Román Navarro	DACYA
102857	340 Transmisión de Datos	Juan Fco. Jiménez Castellano	DACYA



**2.2 SEGUNDO CICLO****2.2.1 CUARTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias.**

**Debido a la extinción de este plan de estudios, no se impartirán clases de estas asignaturas, aunque tendrán convocatorias de exámenes y tutorías.  
Se indican los profesores encargados de cada una de las asignaturas.**

**PRIMER CUATRIMESTRE**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
102859	342 Mecánica Cuántica	C. Pérez Martín M.A. Martín-Delgado A. Muñoz Sudupe	FT-I
102860	343 Mecánica Teórica	M. Ramón Medrano R. Fernández Álvarez-Estrada A. Álvarez Alonso	FT-I
102862	345 Física del Estado Sólido	J.L. Vicent López F. Sols Lucia F. Domínguez-Adame	FM

**SEGUNDO CUATRIMESTRE**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
102858	341 Física Estadística	R. Brito López C. Fernández Pineda C. Fernández Tejero	FA-I
102861	344 Electrodinámica Clásica	José J. Jiménez Rodríguez José M. Miranda Pantoja Norbert M. Nemes	FA-III
102863	346 Física Atómica y Molecular	F. Arqueros Martínez F. Blanco Ramos M. Ortiz Ramis	FAMN

### 2.2.2 QUINTO CURSO. Asignaturas Troncales y Obligatorias

Estas asignaturas se encuentran este año en extinción. No obstante se mantiene para cada una de ellas un único grupo residual.

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Créd. Lab	Horario		Aula	Profesor	Dpto.
102864	347 Física Nuclear y de Partículas	1	L	12:30-14:30	2	M. Ramón Medrano	FT-I
			J	9:30-11:30	10	J. M. Gómez Gómez	FAMN
			Ver GEA		Lab	R. Ibañez V. Paziv I. Minaya R. Delgado López	FAMN FAMN FAMN FT.I

#### SEGUNDO CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Créd. Lab	Horario		Aula	Profesor	Dpto.
102865	348 Electrónica I	0.75	L	16:30 - 18:30	3	A. Rivera Calzada	FA-III
			J	17:30 – 19:30	14		
			Ver GEA		Lab		
102866	349 Electrónica II	1.5	L	14:00 - 16:00	3	M.I. Pardines Lence	DACYA
			V	13:30 - 15:30	1		
			?		Lab		

### 2.2.3 CUARTO CURSO. Asignaturas Optativas.

**Debido a la extinción de este plan de estudios, no se impartirán clases de estas asignaturas, aunque tendrán convocatorias de exámenes y tutorías.**

**Se indican los profesores encargados de cada una de las asignaturas.**

#### Asignaturas Optativas de 4º Curso - PRIMER CUATRIMESTRE

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102884	367 Astronomía Observacional	E. de Castro Rubio D. Montes Gutiérrez J. Zamorano Calvo	FTAA-II
102901	384 Equilibrio y Cinética de Sólidos	P. Fernández Sánchez N. de Diego Otero	FM
102910	393 Geomagnetismo: Campo Interno	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102936	419 Fundamentos de Tecnología Electrónica	G. González Díaz Álvaro de Prado Millán E. San Andrés Serrano	FA-III
102874	357 Óptica Estadística	O. Martínez Matos T. Alieva Mª L. Calvo Padilla	ÓPTICA
102881	364 Análisis Funcional	M.A. Rodríguez González L. Martínez Alonso F. Guil Guerrero	FT-II
102882	365 Geometría Diferencial Avanzada	F. González Gascón	FT-II
102883	366 Fundamentos de Astrofísica	Mª. J. Fernández Figueroa J. Gorgas García N. Cardiel López	FTAA-II
102900	383 Propiedades Eléctricas de los Materiales	F. Sánchez Quesada M. Llamas Blasco J. García Barriocanal	FA-III
102908	391 Ondas Sísmicas	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102912	395 Gravimetría	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102927	410 Física de Semiconductores	José J. Jiménez Rodríguez I. Mártil de la Plaza J.M. Miranda Pantoja	FA-III
102913	396 Prospección Geofísica Electromagnética	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I

**Las siguientes asignaturas se corresponden en grupos, profesores y ficha con otras del Grado en Física o Ingeniería Electrónica cuyo código se indica en la última columna de la tabla. Nótese que en estos casos la asignatura puede mantener clases para la otra titulación, pero para alumnos de la licenciatura sólo tendrán exámenes y tutorías.**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>	<b>Código equiv.</b>
102868	351 Física Computacional	M.J. Rodríguez Plaza	FT-I	800520
102869	352 Teoría de Grupos	A. González López	FT-II	800542
102872	355 Radiofísica	F. Arqueros Martínez	FAMN	800538
102918	401 Termodinámica de la Atmósfera	E. Serrano Mendoza	FTAA-I	800555
102931	414 Control de Sistemas	Jesus Manuel de la Cruz	DACYA	112453
102934	417 Circuitos Digitales	J.L. Imaña Pascual	DACYA	112445
102936	419 Fundamentos de Tecnología Electrónica	G. González Díaz Á. de Prado Millán E. San Andrés Serrano	FA-III	112468

### Asignaturas Optativas de 4º Curso - SEGUNDO CUATRIMESTRE

**Debido a la extinción de este plan de estudios, no se impartirán clases de estas asignaturas, aunque tendrán convocatorias de exámenes y tutorías.  
Se indican los profesores encargados de cada una de las asignaturas.**

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102867	350 Ampliación de Química	Concepción Pando García Pumarino Ana Mª Rubio Caparrós Carlos Vega de las Heras	QF
102887	370 Dinámica de Fluidos	R.García Herrera E. de Castro Rubio G. Maqueda Burgos	FTAA-II
102894	377 Ampliación de Física del Estado Sólido	J.L. Vicent López	FM
102895	378 Defectos en Sólidos	N. de Diego Otero	FM
102870	353 Mecánica Cuántica Avanzada	F. Ruiz Ruiz R. Hernández Redondo	FT-I
102917	400 Radiación Atmosférica	G. Maqueda Burgos F. González Rouco F.Valero Rodríguez	FTAA-II
102941	424 Programación	Pilar Sancho Thomas	DISIA
102935	418 Laboratorio de Sistemas Digitales	C. Tenllado Van der Reidjen J.M. Velasco Cabo S. Esteban San Román	DACYA
102888	371 Técnicas Experimentales en Astrofísica	D. Montes Gutiérrez J. Zamorano Calvo J. Gallego Maestro	FTAA-II

**Las siguientes asignaturas se corresponden en grupos, profesores y ficha con otras del Grado en Física o Ingeniería Electrónica cuyo código se indica en la última columna de la tabla. Nótese que en estos casos la asignatura puede mantener clases para la otra titulación, pero para alumnos de la licenciatura sólo tendrán exámenes y tutorías.**

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.	Código equiv.
102920	403 Dinámica Atmosférica	R.F. García Herrera	FTAA-II	800554
102929	412 Materiales Semiconductores	Ignacio Mártil de la Plaza María Luisa Lucía Mulas Álvaro del Prado Millán	FA-III	112466

### 2.2.4 QUINTO CURSO. Asignaturas Optativas.

Debido a la extinción de este plan de estudios, todas estas asignaturas se encuentran en proceso de extinción, aunque en distintas situaciones que se detallan a continuación:

#### PRIMER CUATRIMESTRE

Asignaturas para las que no se impartirán clases, manteniendo sólo convocatorias de exámenes y tutorías. Se indican los profesores encargados de cada una de ellas.

Código	Asignatura	Profesor	Dpto.
102880	363 Fenómenos Colectivos	V. Martín Mayor	FT-I
102885	368 Dinámica Galáctica	A. Gil de Paz J. Gorgas García N. Cardiel López	FTAA-II
102896	379 Propiedades Magnéticas de los Materiales	P. Crespo del Arco A. Hernando Grande M.C. Sánchez Trujillo	FM
102897	380 Técnicas de Microscopía	J. Piqueras Noriega B. Méndez Martín A.I. Cremades Rodríguez	FM
102905	388 Orden y Dimensionalidad en Sólidos	E. González Herrera M.A. González Barrio J.L. Vicent López	FM
102911	394 Geomagnetismo: Campo Externo	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102919	402 Física Atmosférica	G. Maqueda Burgos F. Valero Rodríguez ?	FTAA-II FTAA-II FTAA-I
102922	405 Física del Clima	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102923	406 Física de Nubes	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102933	416 Ampliación de Control de Sistemas	E. Besada Portas Jesús M. de la Cruz García José M. Girón Sierra	DACYA

**Asignaturas cuyos grupos, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de otra titulación (Grado, Ingeniería 2º ciclo o Master) cuyo código se indica en la última columna de la tabla. Nótese que para todas ellas éste será el último año en que se impartirán clases.**

Código	Asignatura	Horario	Aula	Profesor	Dpto.	Código equiv.
102871	354 Teoría Cuántica de Campos	X: 12:00-13:30 V: 12:00-13:30	8A	C. Pérez Martín	FT-I	800540 Grado en Física
102876	359 Estructura Nuclear	M: 12:00-13:30 J: 12:00-13:30	8A	J.M. Gómez L. Muñoz P. Ibañez M. Pérez	FAMN	800535 Grado en Física
102889	372 Estructura Interna y Evolución Estelar	L: 09:00-10:30 V: 09:00-10:30	8A	E. de Castro Rubio	FTAA-II	800529 Grado en Física
102898	381 Propiedades ópticas de los Materiales	L: 16:30-18:00 X: 16:30-18:00	6B (Grupo B)	Isabel Gonzalo	ÓPTICA	800526 Grado en Física
102886	369 Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)	M 11:30-13:00 X 10:00-11:30	5B	María José Fernández Figueroa	FTAA-II	600750 Máster Astrofísica
102907	390 Oceanografía Física	L 15:30-17:00 X 15:30-17:00	4B	Mª Belén Rodríguez de Fonseca	FTAA-I	606833 Máster Meteorología y Geofísica
102937	420 Integración de Procesos Tecnológicos	X 11:00-12:30 V 12:30-14:00	8B	Enrique San Andrés Serrano	FA-III	606876 Máster N. Tec. Electr. Y Fot.
102890	373 Astrofísica del Medio Interestelar	M 13:00-14:30 X 13:00-14:30	5B	Jaime Zamorano	FTAA-II	600751 Máster Astrofísica
102921	404 Ampliación de Dinámica Atmosférica	M 17:00-18:30 J 15:30-17:00	4B	Pablo Zurita Gotor	FTAA-I	606825 Master Meteorología y Geofísica

**Asignaturas para las que se mantendrá un grupo residual por último años siempre que el número de matriculados sea superior a 5. De no cumplirse esta condición no se impartirán clases y para estas asignaturas existirán únicamente convocatorias de exámenes y tutorías.**

Código	Asignatura	Créd. Lab	Horario		Aula	Profesor	Dpto.
102930	413 Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos	4.5	X	15:30-18:30	Lab	M.C. Pérez Martín G. Piquero Sanz M.C. Navarrete	FA-III ÓPTICA ÓPTICA
102938	421 Robótica	1.5	M	13:30 - 14:30	6B	Jose Antonio Lopez	DACYA
			X	13:30 - 14:30			
			J	13:30 - 14:30			
			Ver GEA				
102939	422 Diseño y Test de Circuitos Integrados	1.5	L	11:30 - 12:30	6B	José Luis Ayala Rodrigo	DACYA
			V	9:30 - 11:30			
			Por determinar		A.I.		



**QUINTO CURSO. Asignaturas Optativas. SEGUNDO CUATRIMESTRE**

**Asignaturas para las que no se impartirán clases. Para ellas existirán aún convocatorias de exámenes y tutorías (Se indican los profesores encargados de cada una de ellas).**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
102873 -0	356 Sistemas fuera del Equilibrio	R. Brito López B. Seoane Rodríguez C. Fernández Tejero	FA-I
102879	362 Relatividad General	Luis M. González Romero Luis J. Garay Elizondo F.J. China Trujillo	FT-II
102892	375 Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	J. Zamorano Calvo D. Montes Gutiérrez J. Gallego Maestro	FTAA-II
102899	382 Propiedades Mecánicas de los Materiales	N. de Diego Otero P. Marín Palacio J. del Río Esteban	FM
102904	387 Transiciones de Fase	R. Brito López C. Fernández Tejero C. Fernández Pineda	FA-I
102906	389 Materiales Magnéticos	P. Crespo del Arco A. Hernando Grande M.C. Sánchez Trujillo	FM
102909	392 Sismología	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102916	399 Técnicas Experimentales Geofísicas	María L. Osete E. Serrano Mendoza M. C. Hernández Lucendo Supl.: M. Mattesini	FTAA-I
102924	407 Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	F. Valero Rodríguez F. González Rouco N. Calvo Fernández	FTAA-II
102925	408 Difusión Atmosférica	R. García Herrera M.L. Montoya redondo D. Barriopedro Cepero	FTAA-II

**Asignaturas cuyos grupos, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de otra titulación (Grado, Ingeniería de 2º Ciclo o Master) cuyo código se indica en la última columna de la tabla. Nótese que para todas ellas éste será el último año en que se impartirán clases.**

Código	Asignatura	Horario	Aula	Profesor	Dpto.	Código equiv.
102875	358 Gravitación y Cosmología	L 12:00-13:30 X 12:00-13:30	8A	A. López maroto	FT-I	800532 Grado en Física
102891	374 Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	L 10:30-12:00 V 09:00-10:30	8A	Jesús Gallego	FTAA-II	800530 Grado en Física
102893	376 Partículas Elementales	M 12:00-13:30 J 12:00-13:30	8A	F. Llanes Estrada	FT-I	800536 Grado en Física
102928	411 Física de Dispositivos	L 09:00-10:30 X 09:00-10:30	6A	M.L. Lucía Mulas	FA-III	800544 Grado en Física
102932	415 Dispositivos de Instrumentación Óptica	M 12:00-13:30 J 12:00-13:30	6A	J.A. Quiroga	ÓPTICA	800546 Grado en Física
102878	361 Procesos Atómicos	M 10:30-12:00 J 10:30-12:00	8A	F. Blanco P. Martín M. Ortiz	FAMN	800534 Grado en Física
102903	386 Física del Láser	X 10:30-12:00 V 10:30-12:00	8A	M.L. Calvo R. weigand Talavera	ÓPTICA	800543 Grado en Física
102926	409 Predicción Numérica	M 17:00-18:30 X 15:30-17:00	4B	Pablo Zurita Gotor	FTAA-I	606830 Master Meteorología y Geofísica

**Asignaturas para las que se mantendrá un grupo residual por último año siempre que el número de matriculados sea superior a 5. De no cumplirse esta condición no se impartirán clases y para estas asignaturas existirán únicamente convocatorias de exámenes y tutorías.**

Código	Asignatura	Créd. Lab	Horario		Aula	Profesor	Dpto.
102940	423 Laboratorio de Sistemas Integrados	1.5	M V	15:30-17:30 10:30-11:30	Lab.	Sara Román navarro	DACYA
102877	360 Procesos Moleculares	1.5	L J	13:00-14:00 12:30-14:30	9 1	I. Gonzalo Fonrodona	ÓPTICA
102914	397 Prospección Geofísica Sísmica y Gravimetría	2	M J	11:30-13:30 11:30-12:30	6B	Mª Carmen Hernández	FTAA-I
102915	398 Geofísica Interna y Tectonofísica	1.5	X V	13:00-14:00 11:30-13:30	6B	Ana Negrodo Moreno	FTAA-I



***CUADROS HORARIOS POR  
ESPECIALIDADES INTRACURRICULARES***

***CURSO 2013/2014***

5°

## ASTROFÍSICA

Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30	<b>102889</b> 372 Estruct. Int. y Evol. Estelar			<b>102864</b> 347 Física Nuclear y de Partículas	<b>102889</b> 372 Estruct. Int. y Evol. Estelar
10:30			<b>102886</b> 369 Astrofísica Estelar		
11:30		<b>102886</b> 369 Astrofísica Estelar			
12:30	<b>102864</b> 347 Física Nuclear y de Partículas	<b>102890</b> 373 Astrofis. Medio Interestel	<b>102890</b> 373 Astrofis. Medio Interestel		
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

5°

## ASTROFÍSICA

Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					<b>102891</b> 374 Astrofísica Extragaláctica
10:30	<b>102891</b> 374 Astrofísica Extragaláctica				
11:30					
12:30					
13:30					<b>102866 349</b> Electrónica II
14:30	<b>102866 349</b> Electrónica II				
15:30					
16:30	<b>102865 348</b> Electrónica I				
17:30				<b>102865 348</b> Electrónica I	
18:30					
19:30					

5°

**FÍSICA DE LA ATMÓSFERA**

Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30				<b>102864</b> 347 Física Nuclear y de Partículas	
10:30					
11:30					
12:30	<b>102864</b> 347 Física Nuclear y de Partículas				
13:30					
14:30					
15:30	<b>102907</b> 390. Oceanografía Física		<b>102907</b> 390. Oceanografía Física	<b>102921</b> 404 Ampliac. Dinámica Atmos.	
16:30					
17:30		<b>102921</b> 404 Ampliac. Dinámica Atmos.			
18:30					
19:30					

5°

**FÍSICA DE LA ATMÓSFERA**

Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30					
11:30					
12:30					
13:30					102866 349 Electrónica II
14:30	102866 349 Electrónica II				
15:30			<b>102926</b> 409 Predicción Numérica		
16:30	102865 348 Electrónica I				
17:30		<b>102926</b> 409 Predicción Numérica		102865 348 Electrónica I	
18:30					
19:30					

5°

**FÍSICA FUNDAMENTAL**

Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30				102864 347 Física Nuclear y de Partículas	
10:30					
11:30					
12:30	102864 347 Física Nuclear y de Partículas	359. Estructura Nuclear	354 Teoría Cuánt.Campos	359. Estructura Nuclear	354. Teoría Cuánt.Campos
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:30					
18:30					
19:30					

5°

**FÍSICA FUNDAMENTAL**

Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30		361. Procesos Atómicos		361. Procesos Atómicos	
11:30					
12:30	358.Gravit. y Cosm.	376. Partículas Element.	358.Gravitación y Cosmología	376. Partíc. Elemt.	
13:30	360 Proc. Molec.				
14:30	102866 349 Electrónica II				102866 349 Electrónica II
15:30					
16:30	102865 348 Electrónica I				
17:30				102865 348 Electrónica I	
18:30					
19:30					

**5°** **GEOFÍSICA** **Primer Cuatrimestre**

	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>X</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
<b>8:30</b>					
<b>9:30</b>				<b>102864</b> 347 Física Nuclear y de Partículas	
<b>10:30</b>					
<b>11:30</b>					
<b>12:30</b>	<b>102864</b> 347 Física Nuclear y de Partículas				
<b>13:30</b>					
<b>14:30</b>					
<b>15:30</b>	390. Oceanograf. Física		390. Oceanograf. Física		
<b>16:30</b>					
<b>17:30</b>					
<b>18:30</b>					
<b>19:30</b>					

**5°** **GEOFÍSICA** **Segundo Cuatrimestre**

	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>X</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
<b>8:30</b>					
<b>9:30</b>					
<b>10:30</b>					
<b>11:30</b>		397. Prosp.G.Sísmica		397. Prosp.G.Sísmica	398. Geofísica Interna Tecton.
<b>12:30</b>			398. Geofísica Interna Tectono.		
<b>13:30</b>					<b>102866 349</b> Electrónica II
<b>14:30</b>	<b>102866 349</b> Electrónica II				
<b>15:30</b>					
<b>16:30</b>	<b>102865 348</b> Electrónica I				
<b>17:30</b>				<b>102865 348</b> Electrónica I	
<b>18:30</b>					
<b>19:30</b>					



5°

**FÍSICA DE MATERIALES**

Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30				102864 347 Física Nuclear y de Partículas	
10:30					
11:30					
12:30	102864 347 Física Nuclear y de Partículas				
13:30					
14:30					
15:30					
16:30	381-B Prop. Ópticas de los Materiales		381-B Prop. Ópticas de los Materiales		
17:30					
18:30					
19:30					

5°

**FÍSICA DE MATERIALES**

Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30					
10:30			386. Física del Láser		386. Física del Láser
11:30					
12:30					
13:30	102866 349 Electrónica II				102866 349 Electrónica II
14:30					
15:30					
16:30	102865 348 Electrónica I				
17:30				102865 348 Electrónica I	
18:30					
19:30					

### 5° DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL Primer Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30				102864 347 Física Nuclear y de Partículas	422. Diseño Test Circ. Integrados
10:30					
11:30	422. Diseño Test Circ. Integrados		420. Integrac. Procesos Tecn.		
12:30	102864 347 Física Nuclear y de Partículas		.		420. Integr.Proc.Tecn.
13:30		421. Robótica	421. Robótica	421. Robótica	
14:30					
15:30					
16:30	381-B. Prop. Ópticas de los Materiales		381-B. Prop. Ópticas de los Materiales		
17:30					
18:30					
19:30					

### 5° DISPOSITIVOS FÍSICOS Y CONTROL Segundo Cuatrimestre

	L	M	X	J	V
8:30					
9:30	411. Física Dispositivos		411. Física Dispositivos		
10:30				386. Física del Laser	423. Lab. Sis Integ.
11:30		415. Disp. Instrum. Óptica		415. Disp. Instrum. Óptica	
12:30					
13:30					102866 349 Electrónica II
14:30	102866 349 Electrónica II				
15:30		423. Lab. Sistem Integ.			
16:30					
17:30	102865 348 Electrónica I			102865 348 Electrónica I	
18:30					
19:30					



## ***4. CALENDARIO DE EXÁMENES***

***CURSO 2013/2014***

### Primer Curso. Asignaturas Troncales y Obligatorias

Estas asignaturas se encuentran ya extinguidas.

### Segundo Curso. Asignaturas Troncales

Estas asignaturas se encuentran ya extinguidas.

### Tercer Curso. Asignaturas Troncales

Tercer curso Troncales		Final/Parcial		Septiembre	
102834	317 Electromagnetismo II	10/02/2014	12:30	01/09/2014	16:00
102835	318 Mecánica y Ondas II	31/01/2014	12:30	02/09/2014	12:30
102836	319 Óptica II	20/06/2014	16:00	03/09/2014	12:30
102837	320 Termodinámica II	25/06/2014	9:00	04/09/2014	16:00
102838	321 Técnicas Experimentales en Física III	04/02/2014	12:30	08/09/2014	16:00
102839	322 Técnicas Experimentales en Física IV	17/06/2014	16:00	05/09/2014	12:30
102840	323 Física Cuántica I	29/01/2014	12:30	09/09/2014	12:30
102841	324 Física Cuántica II	23/06/2014	16:00	10/09/2014	16:00

### Primer Ciclo. Asignaturas Optativas

Primer ciclo optativas		Final/Parcial		Septiembre	
102842	325 (*) Biofísica				
102843	326 Física de la Atmósfera	12/06/2014	9:00	15/09/2014	9:00
102844	327 Física de la Tierra	16/06/2014	16:00	09/09/2014	9:00
102845	328 Geometría Diferencial Clásica	26/06/2014	16:00	05/09/2014	9:00
102846	329 Astrofísica	03/02/2014	16:00	02/09/2014	16:00
102847	330 Física de Materiales	12/02/2014	16:00	03/09/2014	16:00
102848	331 Estructura Espacio-Tiempo	13/06/2014	12:30	04/09/2014	12:30
102849	332 Variable Compleja	06/02/2014	9:00	02/09/2014	9:00
102850	333 Mét. Numéricos y Análisis de Señales (*)	.	.	.	.
102851	334 Elementos de Geología (*)	.	.	.	.
102852	335 Elementos de Biología (*)	.	.	.	.
102853	336 Sistemas Lineales	18/06/2014	16:00	05/09/2014	16:00
102854	337 Historia y Metodología de la Física	28/01/2014	16:00	12/09/2014	16:00
102855	338 Fundamentos de Computadores	19/06/2014	16:00	10/09/2014	12:30
102856	339 Fundamentos de Programación	30/01/2014	12:30	09/09/2014	16:00
102857	340 Transmisión de Datos	11/06/2014	9:00	11/09/2014	9:00
102872	355 Radiofísica	12/02/2014	9:00	09/09/2014	9:00

(\*) Asignaturas no impartidas durante el presente curso.

### Cuarto curso. Asignaturas Troncales y Obligatorias

Cuarto curso Troncales y obligatorias		Final/Parcial		Septiembre	
102858	341 Física Estadística	20/06/2014	16:00	12/09/2014	9:00
102859	342 Mecánica Cuántica	11/02/2014	12:30	08/09/2014	9:00
102860	343 Mecánica Teórica	07/02/2014	12:30	01/09/2014	9:00
102861	344 Electrodinámica Clásica	13/06/2014	12:30	03/09/2014	9:00
102862	345 Física del Estado Sólido	04/02/2014	16:00	11/09/2014	12:30
102863	346 Física Atómica y Molecular	24/06/2014	16:00	10/09/2014	9:00

### Quinto Curso. Asignaturas Troncales

Quinto curso Troncales		Final/Parcial		Septiembre	
102864	347 Física Nuclear y de Partículas	30/01/2014	12:30	09/09/2014	12:30
102865	348 Electrónica I	12/06/2014	9:00	02/09/2014	12:30
102866	349 Electrónica II	09/06/2014	12:30	04/09/2014	9:00

**Cuarto Curso. Asignaturas Optativas**

Cuarto curso optativas		Final/Parcial		Septiembre	
102867	350 Ampliación de Química	10/06/2014	16:00	04/09/2014	9:00
102868	351 Física Computacional	14/02/2014	16:00	04/09/2014	12:30
102869	352 Teoría de Grupos	05/02/2014	9:00	11/09/2014	9:00
102870	353 Mecánica Cuántica Avanzada	27/06/2014	9:00	01/09/2014	16:00
102874	357 Óptica Estadística	11/02/2014	9:00	02/09/2014	12:30
102881	364 Análisis Funcional	28/01/2014	12:30	10/09/2014	12:30
102882	365 Geometría Diferencial Avanzada	29/01/2014	16:00	12/09/2014	12:30
102883	366 Fundamentos de Astrofísica	13/02/2014	12:30	05/09/2014	16:00
102884	367 Astronomía Observacional	10/02/2014	12:30	11/09/2014	12:30
102887	370 Dinámica de Fluidos	25/06/2014	12:30	03/09/2014	12:30
102888	371 Técnicas Experimentales en Astrofísica	20/06/2014	9:00	02/09/2014	9:00
102894	377 Ampliación de Física del Estado Sólido	17/06/2014	9:00	08/09/2014	12:30
102895	378 Defectos en Sólidos	16/06/2014	16:00	09/09/2014	16:00
102900	383 Propiedades Eléctricas de los Materiales	04/02/2014	9:00	01/09/2014	12:30
102901	384 Equilibrio y Cinética de Sólidos	14/02/2014	9:00	02/09/2014	12:30
102902	385 Difracción y Espectroscopía en Sólidos (*)	.	.	.	.
102908	391 Ondas Sísmicas	28/01/2014	9:00	11/09/2014	16:00
102910	393 Geomagnetismo: Campo Interno	17/02/2014	16:00	05/09/2014	12:30
102912	395 Gravimetría	30/01/2014	16:00	10/09/2014	16:00
102913	396 Prospección Geofísica Electromagnética	06/02/2014	12:30	04/09/2014	12:30
102917	400 Radiación Atmosférica	12/06/2014	16:00	04/09/2014	16:00
102918	401 Termodinámica de la Atmósfera	07/02/2014	16:00	09/09/2014	12:30
102920	403 Dinámica Atmosférica	18/06/2014	12:30	02/09/2014	16:00
102927	410 Física de Semiconductores	07/02/2014	9:00	05/09/2014	9:00
102929	412 Materiales Semiconductores	19/06/2014	9:00	03/09/2014	16:00
102931	414 Control de Sistemas	03/02/2014	12:30	08/09/2014	16:00
102934	417 Circuitos Digitales	05/02/2014	16:00	05/09/2014	12:30
102935	418 Laboratorio de Sistemas Digitales	23/06/2014	9:00	11/09/2014	12:30
102941	424 Programación	26/06/2014	9:00	09/09/2014	12:30

**Quinto Curso. Asignaturas Optativas**

Quinto curso optativas		Final/Parcial		Septiembre	
102871	354 Teoría Cuántica de Campos	17/02/2014	9:00	05/09/2014	9:00
102873	356 Sistemas Fuera del Equilibrio	11/06/2014	12:30	08/09/2014	9:00
102875	358 Gravitación y Cosmología	16/06/2014	12:30	05/09/2014	12:30
102876	359 Estructura Nuclear	04/02/2014	9:00	12/09/2014	9:00
102877	360 Procesos Moleculares	17/06/2014	12:30	11/09/2014	16:00
102878	361 Procesos Atómicos	18/06/2014	9:00	01/09/2014	16:00
102879	362 Relatividad General	24/06/2014	12:30	08/09/2014	12:30
102880	363 Fenómenos Colectivos	28/01/2014	9:00	03/09/2014	16:00
102885	368 Dinámica Galáctica	13/02/2014	16:00	05/09/2014	16:00
102886	369 Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares)	14/02/2014	12:30	03/09/2014	9:00
102889	372 Estructura Interna y Evolución Estelar	03/02/2014	9:00	10/09/2014	12:30
102890	373 Astrofísica del Medio Interestelar	07/02/2014	9:00	10/09/2014	9:00
102891	374 Astrofísica Extragaláctica y Cosmología	11/06/2014	16:00	03/09/2014	12:30
102892	375 Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica	23/06/2014	16:00	12/09/2014	16:00
102893	376 Partículas Elementales	23/06/2014	9:00	10/09/2014	9:00
102896	379 Propiedades Magnéticas de los Materiales	11/02/2014	16:00	10/09/2014	16:00
102897	380 Técnicas de Microscopía	05/02/2014	16:00	08/09/2014	12:30
102898	381 Propiedades Ópticas de los Materiales	31/01/2014	9:00	01/09/2014	12:30
102899	382 Propiedades Mecánicas de los Materiales	25/06/2014	16:00	12/09/2014	16:00
102903	386 Física de Láser	13/06/2014	9:00	11/09/2014	12:30
102904	387 Transiciones de Fase	19/06/2014	12:30	02/09/2014	9:00
102905	388 Orden y Dimensionalidad en Sólidos	07/02/2014	16:00	09/09/2014	9:00
102906	389 Materiales Magnéticos	27/06/2014	9:00	11/09/2014	16:00
102907	390 Oceanografía Física	14/02/2014	9:00	09/09/2014	16:00
102909	392 Sismología	19/06/2014	16:00	04/09/2014	16:00
102911	394 Geomagnetismo: Campo Externo	12/02/2014	12:30	01/09/2014	12:30
102914	397 Prospección Geofísica Sísmica y Gravimetría	18/06/2014	16:00	05/09/2014	16:00
102915	398 Geofísica Interna y Tectonofísica	26/06/2014	12:30	11/09/2014	12:30
102916	399 Técnicas Experimentales Geofísicas	10/06/2014	9:00	08/09/2014	9:00



Quinto curso optativas (continuación)		Final/Parcial		Septiembre	
102919	402 Física Atmosférica	31/01/2014	16:00	02/09/2014	16:00
102921	404 Ampliación de Dinámica Atmosférica	04/02/2014	16:00	01/09/2014	16:00
102922	405 Física del Clima	11/02/2014	9:00	12/09/2014	12:30
102923	406 Física de Nubes	10/02/2014	9:00	03/09/2014	16:00
102924	407 Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera	25/06/2014	9:00	15/09/2014	9:00
102925	408 Difusión Atmosférica	20/06/2014	9:00	01/09/2014	9:00
102926	409 Predicción Numérica	10/06/2014	16:00	08/09/2014	16:00
102928	411 Física de dispositivos	16/06/2014	9:00	03/09/2014	12:30
102930	413 Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos	06/02/2014	12:30	11/09/2014	9:00
102932	415 Dispositivos de Instrumentación Óptica	11/06/2014	9:00	12/09/2014	12:30
102933	416 Ampliación de Control de Sistemas	17/02/2014	12:30	15/09/2014	9:00
102936	419 Fundamentos de Tecnología Electrónica	11/02/2014	16:00	12/09/2014	16:00
102937	420 Integración de Procesos Tecnológicos	29/01/2014	12:30	05/09/2014	12:30
102938	421 Robótica	13/02/2014	9:00	15/09/2014	12:30
102939	422 Diseño y Test de Circuitos Integrados	28/01/2014	16:00	04/09/2014	12:30
102940	423 Laboratorio de Sistemas Integrados	17/06/2014	16:00	10/09/2014	16:00

## ***5. PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS***

### ***LICENCIATURA EN FÍSICA***

***CURSO 2013/2014***

**102817 300 CÁLCULO I****Curso:** 1º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Troncal**Créditos:** 7,5

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

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102818 301 CÁLCULO II**

**Curso:** 1º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Troncal

**Créditos:** 7,5

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102919**

**302 ÁLGEBRA LINEAL**

**Curso:** 1º  
**Créditos:** 7,5

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Troncal

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

## **102820 303 FUNDAMENTOS DE FÍSICA I: DINÁMICA Y CALOR**

**Curso:** 1º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Obligatoria

**Créditos:** 7,5

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102821 304 FUNDAMENTOS DE FÍSICA II: CAMPOS Y ONDAS**

**Curso:** 1º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Obligatoria

**Créditos:** 7,5

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102822 305 QUÍMICA**

**Curso:** 1º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Obligatoria

**Créditos:** 7,5

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**



**102823 306 LABORATORIO DE FÍSICA****Curso:** 1º**Cuatrimestre:** anual**Carácter:** Obligatoria**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102824 307 ESTADÍSTICA****Curso:** 1°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Obligatoria**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102825 308 INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN****Curso:** 1°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Obligatoria**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102826 309 ECUACIONES DIFERENCIALES I****Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102827 310 ECUACIONES DIFERENCIALES II****Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102828 311 ELECTROMAGNETISMO I**

**Curso:** 2º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Troncal

**Créditos:** 6

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102829**                      **312 MECÁNICA Y ONDAS I**

**Curso:** 2º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Troncal

**Créditos:** 6

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102830 313 ÓPTICA I**

**Curso:** 2º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Troncal

**Créditos:** 4,5

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**



**102831 314 TERMODINÁMICA I****Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

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

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

## **102832 315 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA I**

**Curso:** 2º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Troncal

**Créditos:** 4,5

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102833 316 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA II****Curso:** 2º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5

<b>Asignaturas que se recomienda haber cursado</b>	<b>303,304,312,315,311</b>
<b>Asignaturas en cuyo desarrollo influye</b>	

**Asignatura no ofertada por encontrarse ya extinguida.**

**102834****317 ELECTROMAGNETISMO II****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**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

**102835 318 MECÁNICA Y ONDAS II****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**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.

**102836****319 ÓPTICA II****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**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:** Se realizará un examen sobre los contenidos desarrollados durante el curso.

**102837 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:**

- . **C. Fernández Pineda y C. Velasco Maillo.** Termodinámica. Areces, Madrid
- . **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.

**102838 321 TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN FÍSICA III****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5Asignaturas que se recomienda haber cursado  
Asignaturas en cuyo desarrollo influye

311, 313, 316, 317, 323

**PROGRAMA:**

1. Comprobación experimental de las leyes fundamentales de la Óptica geométrica. Dispersión de la luz. Lentes delgadas
2. Instrumentos ópticos: lupa, microscopio y telescopio
3. Limitación de haces en sistemas ópticos. Aberraciones
4. Reflexión total interna. Caracterización de fibras ópticas
5. Experimentos en Física cuántica
6. Efecto Hall en metales
7. Medida del ciclo de histéresis de materiales ferromagnéticos
8. Estudio de señales alternas mediante un analizador de espectros. Resonancia de ondas electromagnéticas
9. Análisis de Fourier de señales eléctricas
10. Introducción a la electrónica: divisor de tensión, relé, diodos de unión y Zener, amplificadores operacionales

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

- J. Casas, *Óptica*. Librería General, Zaragoza, 1994
- E. Hecht, A. Zajac, *Óptica*. Addison-Wesley, Wilmington, 1986
- C. Sánchez del Río (coordinador), *Física Cuántica*. Pirámide, Madrid, 1997
- M. Alonso y E. J. Finn *Física General* (Tomo o parte de Campos y Ondas, según edición)
- N. M. Morris, F. W. Senior, *Circuitos eléctricos*. Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1994
- F. Núñez, *Laboratorio de electricidad y magnetismo*. Ediciones Urmo, Bilbao, 1972
- J. F. Shackelford, *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. Prentice-Hall, Madrid, 1998
- G. L. Squires, *Practical Physics*. Cambridge University Press, Cambridge, 1985

**URL DE INTERÉS:** <http://www.ucm.es/info/optica/lt3/> y <http://material.fis.ucm.es/TecIII>

Toda la información sobre el laboratorio de Electricidad y Magnetismo se encuentra publicada en el Campus virtual de la asignatura.

**EVALUACIÓN:**

Se dará una calificación al trabajo de laboratorio y se realizará un examen al finalizar los laboratorios. Es necesario aprobar el trabajo y el examen de modo independiente. El 60% de la calificación final corresponde a la parte de Óptica y el 40% restante a la de Electricidad. Para aprobar la asignatura se deberán aprobar las partes de Óptica y de Electricidad por separado.

**OBSERVACIONES**

Con el fin de poder organizar los grupos de laboratorio las normas y los horarios disponibles se expondrán en los tabloneros de anuncios de los laboratorios a partir de la última semana de septiembre y las listas para apuntarse estarán disponibles desde el primer día del curso. Los laboratorios de Electricidad y Óptica son independientes. Es necesario inscribirse en dos grupos de prácticas, uno de Electricidad y otro de Óptica. Cada inscripción se realizará en el laboratorio correspondiente. Se recuerda a los alumnos que la asignatura incluye un determinado número de horas de clase de teoría, tanto de Óptica como de Electricidad. La asistencia a dichas clases es imprescindible para adquirir los conocimientos básicos de la asignatura y para el buen funcionamiento de los laboratorios.



**102839 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 la difracción. Medida de tamaño de objetos. Caracterización de redes de difracción.
4. Espectroscopía. Caracterización espectral de diodos emisores de luz (LED)
5. Conductividad térmica de materiales aislantes
6. Efectos Seebeck y Peltier
7. Temperatura de Debye de sólidos metálicos

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

- J. M. Cabrera, F. J. López y F. Agulló López, *Óptica electromagnética*. Addison-Wesley, Wilmington, 1993
- J. Casas, *Óptica*. Librería General, Zaragoza, 1994
- G. R. Fowles, *Introduction to Modern Optics*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1975
- E. Hecht y A. Zajac, *Óptica*. Addison-Wesley, Wilmington, 1986
- M. W. Zemansky y R. H. Dittman, *Calor y termodinámica*. McGraw Hill, México DF, 1988

**URL DE INTERÉS:** <http://www.ucm.es/info/optica/lt4/> , <http://www.ucm.es/info/termo/>

**102840 323 FÍSICA CUÁNTICA I****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

<b>Asignaturas que se recomienda haber cursado</b>	<b>Troncales de 1º y 2º</b>
<b>Asignaturas en cuyo desarrollo influye</b>	<b>342,346,347,345</b>

**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, 1978

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.

**102841 324 FÍSICA CUÁNTICA II****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Troncal**Créditos:** 4,5

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

**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 Helio. 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.

**102842** **325 BIOFÍSICA**

**Curso:** 3º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

Asignatura optativa no ofertada este curso 2013-14.

**102843 326 FÍSICA DE LA ATMÓSFERA****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1º, 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800511.**

**102844****327 FÍSICA DE LA TIERRA****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800512.**

**102845 328 GEOMETRÍA DIFERENCIAL CLÁSICA****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800522.**

**102846 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	

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800507.**



**102847 330 FÍSICA DE MATERIALES****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800510.**

**102848 331 ESTRUCTURA DEL ESPACIO-TIEMPO****Curso:** 3º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Breve descriptor:** Espacio-tiempo aristotélico, galileano, newtoniano y einsteniano. Principios de relatividad. Principios de equivalencia. Geometría y gravitación. Agujeros negros. Principios cosmológicos. La Gran Explosión.

**Requisitos:** Conocimientos previos: Se recomienda haber cursado o estar cursando la asignatura Geometría Diferencial Clásica.

**Objetivos:** Al final del curso, el alumno será capaz de manejar los conceptos incluidos en las teorías de la Relatividad Especial y Relatividad General y de tener una visión de la Cosmología actual.

**Contenidos temáticos:**

1. Introducción. Espacio-tiempo aristotélico.
2. Principio de relatividad y espacio-tiempo galileano.
3. Principio de equivalencia débil y espacio-tiempo newtoniano.
4. Relatividad especial y espacio-tiempo minkowskiano.
5. Gravitación, relatividad general y espacio-tiempo einsteniano.
6. Introducción a la Cosmología.
7. Colapso gravitacional y agujeros negros.

**Actividades docentes:**

Clases de teoría y problemas.

**Evaluación:**

Se propondrán ejercicios periódicos para su entrega en el plazo de siete días. Estos ejercicios constituirán el 30% de la nota final.

El examen final consistirá de problemas y cuestiones de dificultad muy similar a los ejercicios entregados durante el curso y constituirá el 70% de la nota final.

**Bibliografía básica:**

1. G. Barton: *Introduction to the Relativity Principle*, Wiley 1999.
2. P. French: *Relatividad Especial*, MIT Physics Course, Reverté 1974.
3. L.D. Landau, E.M. Lifshitz: *Teoría Clásica de Campos*, Reverté, 1987.
4. Liddle: *An introduction to modern cosmology*, Wiley 2004.
5. W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler: *Gravitation*, Freeman & Co, 1973.
6. W. Rindler: *Introduction to special relativity*, Oxford: Clarendon Press, 1996.
7. E.F. Taylor, J.A. Wheeler: *Spacetime Physics*, Freeman & Co, 1992
8. M. Friedmann: *Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo: Física relativista y filosofía de la ciencia*, Alianza 1991.
9. W. Rindler: *Essential Relativity: Special, General and Cosmological*, diferentes editoriales.

**102849 332 VARIABLE COMPLEJA****Curso:** 2º/3º**Cuatrimestre:** 1º/2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA****1. FUNCIONES ANALÍTICAS**

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

**2. TEOREMA DE CAUCHY**

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

**3. REPRESENTACIÓN DE FUNCIONES ANALÍTICAS MEDIANTE SERIES**

1. Convergencia de sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme. Criterio M de Weierstrass. Series de funciones analíticas.
2. Convergencia de series de potencias. Lema de Abel-Weierstrass. Teorema de Taylor. Principio de prolongación analítica.
3. Teorema de Laurent. Clasificación de singularidades aisladas.

**4. TEOREMA DE LOS RESIDUOS**

1. Teorema de los residuos. Métodos para el cálculo de residuos.
2. Cálculo de integrales definidas.
3. Valor principal de Cauchy.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Jerrold E. Marsden and Michael J. Hoffman  
Basic Complex Analysis (3rd ed.)  
Freeman, San Francisco, 1999.
2. Murray R. Spiegel  
Variable Compleja  
McGraw-Hill, Madrid, 1996.

**EVALUACIÓN:** Examen escrito.

## **102850 333 MÉTODOS NUMÉRICOS Y ANÁLISIS DE SEÑALES**

**Curso:** 3º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Asignatura optativa no ofertada este curso 2013-14.**

**102851 334 ELEMENTOS DE GEOLOGÍA**

**Curso:** 3º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Asignatura optativa no ofertada este curso 2013-14.**

**102852**

**335 ELEMENTOS DE BIOLOGÍA**

**Curso:** 2º/3º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

Asignatura optativa no ofertada este curso 2013-14

**102853 336 SISTEMAS LINEALES****Curso:** 3°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

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

**Conocimientos previos recomendados:** Ecuaciones Diferenciales I, Variable Compleja

Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112440.

## **102854 337 HISTORIA Y METODOLOGÍA DE LA FÍSICA**

**Curso:** 2º/3º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800523.**



**102855 338 FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES**

**Curso:** 2º/3º  
**Créditos:** 4,5

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

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

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112444.**

**102856 339 FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN**

**Curso:** 2º/3º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112437.**

**102857 340 TRANSMISIÓN DE DATOS****Curso:** 3°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Teoría de Circuitos.

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112442.**

**OBSERVACIONES:** Necesaria para obtener la titulación de Ingeniería Electrónica.

**102858****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.

## 102859 342 MECÁNICA CUÁNTICA

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1<sup>er</sup>

Carácter: Troncal

Créditos: 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	323,324
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	353,354

### OBJETIVOS:

Introducir al alumno en el fascinante mundo de los quanta, herramienta absolutamente indispensable para adentrarse luego en la microfísica (átomos, moléculas, núcleos y partículas elementales), en la mesofísica (nanoestructuras, puntos cuánticos, etc.), en la materia condensada (física de superficies, superconductividad, superfluidez, efecto Hall, etc.), en la macrofísica (enanas blancas, estrellas de neutrones, evaporación cuántica de agujeros negros, etc.), y en la teoría cuántica de la información (criptografía y computación cuánticas). Después de cursar la asignatura el alumno será capaz de interpretar los conceptos cuánticos, y de aplicarlos en contextos sencillos. Entre las destrezas y competencias que se adquieren, se cuentan el manejo de los principios de indeterminación y de complementariedad, la valoración y uso de las simetrías, la familiaridad con los prototipos de sistemas cuánticos simples, y los rudimentos imprescindibles y sumamente importantes del arte de aproximar tanto para la estimación de niveles energéticos como de probabilidades de transición.

### PROGRAMA:

- Postulados de la mecánica cuántica (observables, estados, mediciones, probabilidades, dinámica).
- Simetrías discretas (P, C, T, indistinguibilidad) y espacio-temporales (traslaciones, rotaciones).
- Sistemas cuánticos simples (con número finito de estados, sistemas 1D, 2D y 3D).
- Métodos de aproximación (perturbaciones estacionarias, método variacional, aproximación semiclásica, transiciones, colisiones).

### BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe: *Mécanique Quantique*, Hermann, París (1973); edición en inglés: *Quantum Mechanics*, Wiley Interscience (1977).
- A. Galindo, P. Pascual: *Mecánica Cuántica*, 2 vol., Eudema Universidad, Madrid (1989); edición en inglés: *Quantum Mechanics*, 2 vol., Springer-Verlag (1989 y 1990).
- L. Schiff: *Quantum Mechanics*, McGraw-Hill, New York, 3a edición (1968).
- F. Schwabl: *Quantum Mechanics*, Springer-Verlag (2002); *Advanced Quantum Mechanics*, Springer-Verlag (1999).
- L.E. Ballentine, *Quantum Mechanics*, Prentice Hall (1990).

### METODOLOGÍA DOCENTE:

Clases magistrales y propuesta de problemas de cuyas soluciones se da acceso completo a los alumnos, estimulando así su iniciativa investigadora y el trabajo personal. Eventualmente, según el desarrollo de la planificación docente, se contempla la posibilidad de proponer otro tipo de prácticas (laboratorio de Física Computacional).

### EVALUACIÓN:

Examen preferentemente práctico (cuestiones y problemas que versen sobre aspectos básicos y aplicaciones de la asignatura).

### OBSERVACIONES:

La asignatura se basa en conocimientos adquiridos por los alumnos en la asignatura “Física Cuántica”, y continúa en la “Mecánica Cuántica Avanzada”, la “Teoría Cuántica de Campos”, los “Fenómenos Colectivos”, la “Física Nuclear y de Partículas”, los “Procesos Atómicos” etc.

**102860****343 MECÁNICA TEÓRICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Troncal**Créditos:** 6**PROGRAMA:**

Exponer la formulación hamiltoniana de la Mecánica Clásica, 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:**

- Arnold, 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 Leibennan, 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.

**102861 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:**

- 0.- Breve revisión de las ecuaciones de Maxwell.
- 1.- Ondas electromagnéticas.
- 2.- Relatividad especial.
- 3.- Formulación lagrangiana de la electrodinámica clásica.
- 4.- Radiación de partículas cargadas.

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

1. J. D. Jackson. Classical Electrodynamics. 3rd ed. Wiley and Sons. N. Y.(1999).
2. L. D. Landau y E.M. Lifshitz: Teoría clásica de campos. Reverté. Barcelona (1986).
3. W. Griffiths Introduction to Electrodynamics. Prentice Hall (1999).

**EVALUACIÓN:**

Se realizará un sistema de evaluación basado fundamentalmente en el examen escrito. La calificación final tendrá en cuenta la realización de actividades y trabajos complementarios que se propondrán durante el curso.

**OBSERVACIONES:**

Los contenidos de los temas, así como las actividades complementarias y la bibliografía detallada, pueden diferir entre los distintos grupos. Al comienzo del curso los profesores publicarán en sus espacios virtuales una guía detallada que complementará la información indicada en esta ficha. También puede contactarse directamente con dichos profesores para cualquier aclaración adicional que se necesite previamente a la formalización de la matrícula.

Se aceptan los cambios de grupo, pero deben solicitarse por escrito en el plazo oficial establecido. Se recomienda a los alumnos que deseen hacer estos cambios que pidan al profesor del grupo al que desean cambiarse su alta en el Campus Virtual, a través de un email donde se especifique el nombre y DNI del alumno.

**102862****345 FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**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.

**Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 15 de octubre.**



## 102863 346 FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Obligatoria

Créditos: 6

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

### 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.

#### 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 Scientific 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 en 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. Es obligatoria la realización de prácticas de laboratorio.

**102864 347 FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS****Curso:** 5º **Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup> **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.

**102865 348 ELECTRÓNICA I**Curso: 5º Cuatrimestre: 1<sup>er</sup> /2º 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 la 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. , “*Semiconductor 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.

**102866 349 ELECTRÓNICA II****Curso:** 5º **Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup> /2º **Carácter:** Troncal**Créditos:** 6

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

**Breve descriptor:** Sistemas analógicos amplificadores y osciladores. Electrónica Digital**Requisitos:****Objetivos:** Comprensión por parte del alumno de los circuitos tanto analógicos como digitales, sus aplicaciones y sus técnicas de fabricación.**Contenidos temáticos:**

Resumen de teoría de circuitos. Amplificadores Operacionales. Filtros. Transistores. Circuitos digitales.

**Actividades docentes:** Exposición teórica, problemas, prácticas**Evaluación:** Examen teórico-práctico.**Bibliografía básica:**

- 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.

**102867 350 AMPLIACIÓN DE QUÍMICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**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.** Catálisis y catalizadores. Catálisis ácido-base específica y general. Catálisis enzimática: mecanismo de Michaelis-Menten. Autocatálisis. Reacciones oscilantes: mecanismos.

**5. Procesos fotoquímicos 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: Fisorción.** 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. Electrodo 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.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Química Física, P.W. Atkins, Ediciones Omega, Barcelona, 1999.
- Fisicoquímica, I.N. Levine, McGraw Hill, Madrid, 2004.
- Physical Chemistry, D.A. McQuarrie, J.D. Simon, Univ. Sci. Books, California, 1997.
- Chemical Kinetics and Dynamics, J.I. Steinfeld, J.S. Francisco, W.L. Hase, Prentice Hall, New Jersey 1999.
- Fundamentos de Cinética Química, S.R. Logan, Addison-Wesley, 2000.
- Physical Chemistry of Surfaces, A.W. Adamson, Wiley, New York, 1997.
- Electrochemistry, C.M.A. Brett, A.M. Oliveira, Oxford, New York, 1993.
- Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, Wiley, New Jersey, 2005.

**EVALUACIÓN**

Será imprescindible para aprobar la asignatura la realización un examen final en junio o en septiembre, en el día y hora señalado por la Facultad de CC. Físicas para su realización. Se tendrán en cuenta en la evaluación otras actividades como la realización y presentación de trabajos y la resolución de problemas.

**102868 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	

Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800520.

**102869 352 TEORÍA DE GRUPOS**

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

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800542.**

**102870 353 MECÁNICA CUÁNTICA AVANZADA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Breve descriptor:** Teoría general de perturbaciones (interacción materia-radiación electromagnética). Teoría general de colisiones. Aproximación semiclásica. Integración sobre caminos.

**Requisitos:** Se recomienda haber cursado la asignatura optativa variable compleja

**Objetivos:** La asignatura tiene un enfoque esencialmente práctico. Los principales objetivos son:

- Aprender a calcular correcciones de primer y segundo orden con perturbaciones dependientes del tiempo.
- Entender las implicaciones de la composición de momentos angulares en las reglas de selección para transiciones multipolares atómicas.
- Calcular secciones eficaces diferenciales y totales en la aproximación de Born.
- Comprender las implicaciones de unitariedad de la matriz  $S$  y del teorema óptico.
- Calcular los desfases producidos por potenciales centrales para ondas esféricas.
- Aprender a usar la aproximación semiclásica en problemas sencillos.
- Comprender el significado de la integral de camino.

**Contenidos temáticos:**

**1: Perturbaciones dependientes del tiempo** - Imagen de interacción - Probabilidad de transición y aproximación de Born: Ejemplo: el oscilador armónico en un campo eléctrico.- Regla de oro de Fermi para perturbaciones constantes.- Regla de oro de Fermi para perturbaciones armónicas. Resonancias. Ejemplo: Interacción materia-radiación clásica. Absorción y emisión estimulada: reglas de selección y de suma. El efecto fotoeléctrico - Aproximación repentina - Aproximación adiabática. Ejemplo: el oscilador armónico forzado.

**2: Colisiones** - Introducción.- Difusión simple: Estados y amplitudes de colisión. Estados estacionarios de colisión y ecuaciones de Lippmann-Schwinger. Matriz  $S$ : definición, unitariedad y conservación de la energía. Operador  $T$  de transición. Teorema óptico. Aproximación de Born (ejemplo: potenciales coulombiano y de Yukawa). Comportamiento asintótico de la función de ondas. Potenciales centrales: ondas parciales y desfases. Cálculo de los desfases.

**3. Aproximación semiclásica.**- Introducción.- Desarrollo WBK en problemas unidimensionales.- Soluciones básicas WBK.- Fórmulas de conexión.- Estados ligados y espectro WBK.- Coeficientes WBK de reflexión y transmisión.- Problemas radiales: espectro y desfases WBK.

**4. Introducción a las integrales de caminos.**- Motivación.- Propagadores simples: libre y armónico- Fórmula de Feynman-Kac y energía fundamental.

**Actividades docentes:** Ver información en GEA

**Evaluación:** Entrega de problemas resueltos y prueba escrita.

**Bibliografía:** No se seguirá ningún texto en concreto. Sin embargo, toda la materia cubierta en clase (y mucho más) puede encontrarse en las siguientes referencias (**Ver más detalles en GEA**)

Básicas:

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë: *Quantum Mechanics*, vol. 2, John Wiley & Sons (Nueva York 1977).

L.I. Schiff: *Quantum mechanics*, McGraw-Hill (Tokio 1968).

J.J. Sakurai: *Modern quantum mechanics*, Addison-Wesley (Nueva York 1994).

Avanzadas:

A. Galindo y P. Pascual: *Quantum mechanics*, vols. 1 y 2, Springer-Verlag (Heidelberg 1990).

R.G. Newton: *Scattering theory of waves and particles*, Dover Publications (Minnesota, 2002), 2ª edición.

Complementarias:

L. Landau y E. Lifshitz: *Mecánica cuántica*, Reverté (Barcelona 1986).

**Ver otra información relevante en GEA**



**102871 354 TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

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

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800540.**

**102872 355 RADIOFÍSICA****Curso:** 4º/5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**Esta asignatura puede ser cursada en cuarto o quinto curso.**

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800538, salvo por actividades de laboratorio que sólo realizarán los alumnos de la licenciatura.**

**102873 356 SISTEMAS FUERA DEL EQUILIBRIO**

Curso: 5°

Cuatrimestre: 2°

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.

**102874 357 ÓPTICA ESTADÍSTICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**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 sus aplicaciones. Introducción a holografía.

**PROGRAMA:**

- Herramientas matemáticas: Transformada de Fourier. Convolución y correlación. Señal analítica.
- Procesos aleatorios: Descripción y clasificación. Procesos estacionarios y ergódicos. Análisis espectral. Teorema de Wiener-Khintchine.
- Caracterización de ondas ópticas: Ondas monocromáticas, cuasi-monocromáticas y policromáticas. Luz completamente y parcialmente polarizada, luz natural. Luz termal y luz láser.
- Coherencia temporal: Interferómetro de Michelson. Espectroscopía por transformación de Fourier.
- Coherencia espacial: Interferómetro de Young. Intensidad mutua. Fuentes de luz coherente e incoherente. Teorema Van Cittert-Zernike. Sistemas de formación de imágenes.
- Concepto de la coherencia espacio-temporal: Función de coherencia mutua.
- Efecto de Hanbury Brown y Twiss. Interferómetro de intensidades.
- Procesado óptico de la información: Espectro angular. Sistemas formadores de imagen. Sistemas ópticos para observación de espectros de Fourier. Coorelador de Van Der Lugt. Filtrado óptico.
- Fundamentos de holografía: Interferencia y difracción. Requisitos de coherencia. Fotomateriales. Tipos de hologramas. Hologramas de transmisión (Leith-Upatnieks) y de reflexión (Denisyuk). Observación de hologramas. Hologramas artísticos. Holograma arcoíris.
- Hologramas delgados y de volumen: Hologramas delgados de amplitud y de fase. Regimen de Raman-Nath. Hologramas de volumen. Regimen de Bragg.
- Aplicaciones de holografía analógica: Espectrómetros y monocromadores. Sistemas de seguridad. Interferometría holográfica. Memorias holográficas. Aplicaciones tecnológicas recientes.
- Holografía digital: Moduladores espaciales de luz y holografía digital. Aplicaciones tecnológicas recientes.
- Prácticas de laboratorio: Laboratorio de procesado óptico de la información: Sistemas ópticos para análisis de Fourier; Filtrado óptico de frecuencias espaciales. Laboratorio de holografía: Obtención de hologramas de transmisión (Leith-Upatnieks) y de hologramas de reflexión (Denisyuk). Observación de hologramas.

**BIBLIOGRAFÍA:**

En inglés:

- J. W. Goodman, Statistical Optics, Ed. Wiley&Sons, NY, USA, (1985).
- J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Ed. Roberts& Company, Colorado, USA (2005).
- M. Born and E. Wolf, Principles of Optics, Pergamon Press, Oxford, (1993).

En español:

- M.L. Calvo (Coord.), Óptica Avanzada, Ed. Ariel Ciencia, Barcelona, (2002).
- M. L. Calvo, T. Alieva, J. A. Rodrigo, et al., Laboratorio Virtual de Óptica. Guía Práctica., Ed. Delta Publicaciones, Madrid, (2005). (Contiene CD interactivo).
- M. L. Calvo, T. Alieva, J. A. Rodrigo, Ó. Martínez-Matos, et. at, Holografía: Laboratorio Virtual, Ed. Complutense, Madrid, CD (2007).
- T. Alieva, Ó. Martínez-Matos, J. A. Rodrigo, et. at, Métodos matriciales en óptica: aplicaciones en óptica geométrica, ondulatoria y estadística, Ed. Complutense, Madrid, CD (2010).

**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. El horario de las prácticas en el laboratorio puede no coincidir con el horario de las clases teóricas.

**EVALUACIÓN:** Examen: consta de una parte de cuestiones teóricas y otra parte de problemas. Constituye el 60% de la calificación total. El 40% restante corresponde a la evaluación continua de los ejercicios entregados (10%) y a la calificación de la memoria del laboratorio (30%).

**102875 358 GRAVITACIÓN Y COSMOLOGÍA****Curso:** 5°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

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

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800532.**

**102876 359 ESTRUCTURA NUCLEAR****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

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

Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800535.

**102877 360 PROCESOS MOLECULARES**

Curso: 5°

Cuatrimestre: 2°

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. Desdoblamiento 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:**

A la calificación final contribuirá un examen escrito, los ejercicios entregados, las prácticas realizadas (2), y el desarrollo de una cuestión con posible exposición en clase.

La forma de valorar cada una de las partes, algunas voluntarias, se explicará con detalle al inicio del curso y en el campus virtual.

## **102878 361 PROCESOS ATÓMICOS**

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800534.**



## 102879 362. RELATIVIDAD GENERAL

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	309,310,328,343,344,365
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

### PROGRAMA:

1. Geometría pseudo-riemanniana y espacio-tiempo. Métrica. Símbolos de Christoffel. Geodésicas. Isometrías. Tensores de Riemann-Christoffel, de Ricci y de Weyl. Campos de Killing. Espacios de curvatura constante.
2. Ecuaciones de Einstein para el campo gravitatorio. Tensor de energía-momento. Acción de Hilbert-Einstein. Fluidos perfectos y campo electromagnético en relatividad general
3. Simetría esférica. Solución de Schwarzschild exterior. Cantidades conservadas y órbitas. Schwarzschild interior.
4. Campos gravitatorios axisimétricos estacionarios. Solución de Kerr. Agujeros negros. Ecuación de Ernst. Fluidos autogravitantes en rotación estacionaria.
5. Otras soluciones exactas de las ecuaciones de Einstein. Clasificación algebraica del tensor de Weyl: tipos de Petrov. Radiación gravitatoria.

### BIBLIOGRAFÍA

#### **Básica:**

C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler: *Gravitation*. W.H. Freeman, San Francisco.

A.P. Lightman, W.H. Press, R.H. Price, S.A. Teukolsky: *Problem book in relativity and gravitation*. Princeton University Press, Princeton.

#### **Complementaria:**

H. Stephani: *General relativity*. Cambridge University Press, Cambridge.

H. Stephani, D. Kramer, M. MacCallum, C. Hoenselaers, E. Herlt: *Exact Solutions to Einstein's Field Equations (Second Edition)*. Cambridge University Press.

N. Straumann: *General Relativity and Relativistic Astrophysics*. Springer-Verlag, Berlin.

R.M. Wald: *General Relativity*. University of Chicago Press, Chicago.

#### **Clásico sobre geometría riemanniana y pseudo-riemanniana local:**

L.P. Eisenhart: *Riemannian Geometry*. Princeton University Press.

### EVALUACIÓN:

Examen (con énfasis en la resolución de problemas) y respuestas entregadas a "Problemas para Nota" propuestos durante el curso.

**102880 363 FENOMENOS COLECTIVOS****Curso:** 5°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

341

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Breve descriptor:** 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.

**Requisitos:** Se recomienda haber cursado la asignatura de Física Estadística.

**Objetivos:** Correlaciones, estadística en Física (cálculo e interpretación). Invariancia de escala y fenómenos colectivos. Esquemas de aproximación clásicos (campo medio, series de alta y baja temperatura, etc.) y modernos (Grupo de Renormalización). Estudio numérico de transiciones de fase.

**Contenidos temáticos:**

**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 continuos.- Campos de gauge.

**Actividades docentes:** Práctica obligatoria (1 crédito) en el Laboratorio de Física Computacional.

**Evaluación:** Los exámenes consistirán en la resolución de problemas y cuestiones

**Bibliografía básica:**

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.
7. D.J. Amit, V. Martín Mayor, *Fields Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena*. 3<sup>rd</sup> edition, World Scientific, Singapore, 2005

**Otra información relevante:** La asignatura tiene fuertes relaciones con la teoría cuántica de campos y la teoría estadística de campos.

**102881 364 ANÁLISIS FUNCIONAL****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**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

**Conocimientos previos:**

Álgebra lineal, cálculo en variable real y compleja, ecuaciones diferenciales.

**OBJETIVOS:**

Los temas desarrollados en el curso pretenden dotar al alumno de una base elemental pero rigurosa en las aplicaciones de la teoría de espacios de Hilbert y de distribuciones a la Física.

**PROGRAMA:****I. Integral de Lebesgue**

1. Introducción a la teoría de la medida
2. Integración

**II. Espacios lineales normados**

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

**III. Operadores lineales en espacios de Hilbert**

1. Operadores acotados
2. Espectro de operadores

**IV. Distribuciones y transformada de Fourier**

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

**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.  
 E. Kreyszig, *Introductory Functional Analysis with Applications*, Wiley, New York, 1978  
 V.S. Vladimirov, *Equations of Mathematical Physics*, Marcel Dekker, New York, 1971  
 M. Reed, B. Simon, *Methods of Modern Mathematical Physics, vols I, II*. Academic Press, New York, 1972.

**EVALUACIÓN:**

Problemas entregados y una prueba escrita sobre los temas desarrollados en el curso.

**OBSERVACIONES:**

El contenido de la asignatura es básico en Física Teórica.

**102882 365 GEOMETRÍA DIFERENCIAL AVANZADA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Breve descriptor :** Formas diferenciales. Cálculo exterior. Conexiones. Geometría riemanniana y pseudo-riemanniana. Aplicaciones.

**Requisitos :** Teoría de operadores lineales sobre un espacio vectorial de dimensión finita. Cálculo diferencial sobre  $\mathbb{R}^n$ .

**Objetivos :** Introducir al estudiante en los conceptos y técnicas de la Geometría Diferencial y sus aplicaciones en Física.

**Contenidos temáticos :**

1. Variedades diferenciables: Espacio de funciones diferenciables entre variedades. Estructuras diferenciables difeomorfas. Espacios tangente. Espacios cotangente. Subvariedades.
2. Campos vectoriales. Campos de formas diferenciales. Fibrados tensoriales. Diferencial exterior. Derivada de Lie
3. Integración sobre variedades. Lema de Poincaré. Complejo de de Rham.
4. Grupos de Lie: Subgrupos de Lie. Subgrupos cerrados de un grupo de Lie. Algebra de Lie de un grupo de Lie. Formas diferenciales invariantes.
5. Conexiones en el fibrado tangente. Derivación covariante. Torsión. Curvatura. Identidad de Bianchi. Transporte paralelo. Holonomía. Geodésicas.

**TEXTOS RECOMENDADOS**

- Y. Choquet-Bruhat, C. DeWitt-Morette, *Analysis, Manifolds and Physics. Part I.*
- M. Spivak, *A comprehensive Introduction to Differential Geometry.*
- M. Berger, B. Gostiaux, *Differential Geometry: Manifolds, Curves and surfaces.*
- C. von Westenholz, *Differential Forms in Mathematical Physics.*

**EVALUACIÓN:**

Examen escrito sobre el programa explicado.

**102883 366 FUNDAMENTOS DE ASTROFÍSICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**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. Índices 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: novae 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.

**102884 367 ASTRONOMÍA OBSERVACIONAL**

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

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

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

**OBJETIVOS:** Proporcionar las nociones básicas, relativas a los sistemas de referencia espacio-temporales utilizados en Astronomía, no sólo para localizar los objetos celestes, sino también para estudiar sus movimientos y formular su comportamiento físico. Se incidirá en todos los aspectos de aplicación práctica

**PROGRAMA:**

**Tema 1.- Sistemas de referencia:** Coordenadas geográficas. Esfera celeste. Coordenadas horizontales, horarias, ecuatoriales, elípticas, galácticas.

**Tema 2.- Sistemas de referencia:** 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
- Fundamental of Astronomy. C. Barbieri (2006); Taylor & Francis
- Astronomy : Principles and practice. A.E. Roy and D. Clarke. Adam Hilger

**EVALUACIÓN:**

- Examen de teoría y problemas.
- Se valorará el desarrollo de las prácticas y trabajos hasta un 20%

**PRÁCTICAS:**

1,5 créditos que se reparten entre, 7.5 horas de problemas, 4 prácticas con ordenador y observaciones nocturnas.

**102885 368 DINÁMICA GALÁCTICA**

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

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.
8. **DINÁMICA DE GALAXIAS EXTERNAS:** Sistemas soportados por rotación y por presión

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

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

**EVALUACIÓN:**

Examen de teoría y problemas. Se valorará la realización de prácticas

**102886 369 ASTROFÍSICA ESTELAR (Atmósferas estelares)****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 6

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

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura “Atmósferas Estelares” del Master en Astrofísica..**



**102887 370 DINÁMICA DE FLUIDOS****Curso:** 4°**Cuatrimstre:** 2°**Carácter:** Optativa

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

**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS:**

Ecuaciones diferenciales. Mecánica y ondas. Termodinámica básica.

**OBJETIVOS:**

Proporcionar al alumno una comprensión accesible y al mismo tiempo un tratamiento formal de distintos aspectos relativos a la dinámica de los fluidos. Unas lecciones introductorias permitirán establecer los conceptos e hipótesis de trabajo básicos que diferencian el medio fluido de otros sistemas. Posteriormente se estudiarán distintos fenómenos haciendo hincapié en los principios físicos fundamentales, y presentando las aplicaciones prácticas más interesantes conectadas a otras ramas de la Física y la tecnología.

**PROGRAMA:**

**Tema 1.- Introducción:** Características de los fluidos (deformación, viscosidad, compresibilidad). Hipótesis de continuidad. Aspectos formales.

**Tema 2.- Cinemática de los fluidos:** Descripciones de Euler y Lagrange. Conceptos básicos (líneas de corriente, trayectorias, vorticidad,...). Tensor velocidad de deformación. Teorema de transporte.

**Tema 3.- Ecuaciones fundamentales:** Ecuación de continuidad. Tensor de esfuerzos. Transporte de momento (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 (subsónico y supersónico). Formación de choques. 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 geostrofico, columnas de Taylor).

**Temas Complementarios:**

\* **Ondas:** Acústica. De gravedad superficial. De gravedad interna. Inerciales. De Rossby.

\* **Inestabilidades:** Conceptos generales. Inestabilidad de Rayleigh-Taylor. Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz. Convección.

\* **Turbulencia:** Características del movimiento turbulento. Flujo medio. Descripción estadística. Ecuaciones para el flujo medio (viscosidad turbulenta, longitud de mezcla).

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

- Fluid Mechanics: Pijush K. Kundu. Academic Press Inc (1990)
- Physical Fluid Dynamics D.J. Tritton. Oxford Science Publications(1988)
- Mecánica de Fluidos: White Frank M. Mac Graw Hill (2003)
- 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 y presentación de trabajos propuestos con contenidos como los que aparecen en los temas complementarios
- La resolución de problemas propuestos.
- La asistencia a clase.

# 102888 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.

**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 &amp; Sons.

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

**102889 372 ESTRUCTURA INTERNA Y EVOLUCIÓN ESTELAR****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

366

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800529.**

**102890 373 ASTROFÍSICA DEL MEDIO INTERESTELAR**

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura “Medio Interestelar” del Master en Astrofísica..**

**102891 374 ASTROFÍSICA EXTRAGALÁCTICA Y COSMOLOGÍA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 6**Asignaturas que se recomienda haber cursado  
Asignaturas en cuyo desarrollo influye****366,371,369**

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800530.**

## 102892 375 AMPLIACIÓN DE TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN ASTROFÍSICA

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 1,5 teóricos y 3 prácticos

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

### PROGRAMA:

Tema 1.- Principios sobre detección. Detectores CCD

Tema 2.- Procesado y análisis de imágenes CCD.

Técnicas de reducción de datos.

Tema 3.- Procesado y análisis de espectroscopía con CCD.

Determinación de parámetros físicos de objetos astronómicos.

Tema 4.- Astronomía en el infrarrojo. Detectores en el infrarrojo cercano.

Procesado y análisis de datos en el infrarrojo cercano.

Tema 5.- Técnicas de observación y análisis en el infrarrojo lejano.

Detectores. Misiones espaciales.

Tema 6.- Técnicas de observación en altas energías: Ultravioleta, rayos X.

Tema 7.- Software de reducción de datos. Herramientas de análisis y

reducción. Tratamiento digital de los datos.

Paquetes generales: MIDAS, IRAF, Starlink, IDL.

Tema 8.- Recursos astronómicos en Internet. Observatorios virtuales.

Bases de datos astrofísicas en Internet. Bases de datos sobre bibliografía.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

Una parte fundamental de la asignatura lo constituyen los créditos 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 práctico de Astronomía con CCD". D. Galadí 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 teóricas, problemas, memoria escrita de las prácticas de laboratorio.

### OBSERVACIONES

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

## **102893 376 PARTICULAS ELEMENTALES**

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800536.**

## 102894 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 Hamiltoniano de un electrón en el sólido. Campo cristalino. El líquido de Fermi. Cuasipartículas.

Bandas de energía. La estructura de bandas y superficies de Fermi. Ejemplos: Cu, Si y Fe.

Métodos de cálculo de estructuras de bandas. Determinación experimental de bandas y superficies de Fermi. Fenómenos de transporte. Semiconductores

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, . (Springer)

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

Introduction to Solid State Physics, 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.



## 102895 378 DEFECTOS EN SÓLIDOS

Curso: 4º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

### PROGRAMA:

- 1.- **Introducción. Cristales imperfectos:** Defectos y su importancia del estudio de los materiales. Ejemplos. Clasificación general de los defectos: puntuales, lineales y extensos.
- 2.- **Defectos puntuales:** Defectos nativos, descripción y concentración de equilibrio. Difusión. Generación de defectos puntuales. Propiedades ópticas y eléctricas, estados localizados. Centros de color.
- 3.- **Defectos lineales:** Descripción y clasificación de las dislocaciones. Campo de tensiones creado por una dislocación. Movimiento de dislocaciones. Interacción de dislocaciones. Multiplicación de dislocaciones. Influencia sobre las propiedades de los materiales. Dislocaciones en cristales FCC y HCP.
- 4.- **Defectos extensos:** Formación de maclas. Estructuras de dislocaciones. Fronteras de grano. Energía de una frontera de grano.
- 5.- **Defectos en materiales en película delgada:** Defectos en heteroestructuras: Difusión a través de la intercara. Intercaras tensionadas. Fronteras y dominios de antifase.
- 6.- **Técnicas de caracterización de defectos:** Medidas eléctricas. Medidas calorimétricas. Medidas mecánicas. Espectroscopias ópticas. Espectroscopias electrónicas y nucleares. Técnicas de microscopía.

### BIBLIOGRAFÍA

- W. F. Smith; "Fundamentos de Ciencia e Ingeniería de Materiales", McGraw-Hill, 1992
- J. E. Shackelfold, A. Güemes; "Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros", Prentice Hall, 1996.
- L. Smat, E. Moore; "Solid State Chemistry. An Introduction", Chapman Hall, 1992
- A. R. West; "Solid State Chemistry and its Applications", J. Wiley and Sons, 1990.
- N.W. Ashcroft y N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College Publishing, 1976.
- F. Agulló-López, C.R.Catlow y P.D.Townsend, Point defects in materials, Academic Press 1988.
- J. Weertman y J.R. Weertman, Elementary dislocation Theory, Oxford Univ. Press 1992.
- Introducción to Dislocations. D. Hull and D.J. Bacon. Pergamon, 3ª ed. 1994.
- S.T.Pantelides, The electronic structure of impurities and other point defects in semiconductors, Reviews of Modern Physics, 50 (4) (1978)797.
- H.F.Mataré, Defect Electronic in Semiconductors, Wiley Interscience 1971.

### LABORATORIO:

Los alumnos matriculados en esta asignatura deberán **pre-inscribirse** del 8 al 31 de octubre, en el Laboratorio 6 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) para la realización de las prácticas. La preinscripción es **obligatoria** para poder elegir entre los grupos de prácticas disponibles durante el proceso de **inscripción**. Los plazos para realizar la inscripción se publicarán con suficiente antelación en el tablón de anuncios del Laboratorio de Física de Materiales situado en la 2ª planta de la Facultad.

### EVALUACIÓN:

Se realizará un examen escrito al final del periodo lectivo. La nota obtenida en el Laboratorio y la obtenida en la exposición de trabajos de clase será considerada en la calificación final de la asignatura.

**102896 379 PROPIEDADES MAGNETICAS DE LOS MATERIALES****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:****Momento magnético del electrón y del átomo**

Experimento de Stern-Gerlach. 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. Herpin, "Theorie du Magnetisme", Presses Universitaires de France
- A. Hernando y J.M. Rojo, "Magnetismo y Materiales Magnéticos".

**EVALUACIÓN:**

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

**102897 380 TÉCNICAS DE MICROSCOPIA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Física del Estado Sólido

**OBJETIVOS:**

Se exponen los principios físicos y la instrumentación de las técnicas modernas de microscopía. El objetivo principal es el conocimiento de cuales son las posibilidades de las distintas técnicas de microscopía en el estudio de las propiedades estructurales y físicas de los 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 RECOMENDADOS**L.Reimer, *Scanning Electron Microscopy*, SpringerD.B.Williams, C.Barry Carter, *Transmission Electron Microscopy*, PlenumM.Aballe y otros, *Microscopía Electrónica de Barrido y microanaálisis de rayos X*, CSIC-RuedaP.J. Goodhew y otros, *Electron microscopy and analysis*, Taylor and Francis**EVALUACION**

Se realiza un examen escrito al terminar el curso. Se realiza un trabajo que se tiene en cuenta para la evaluación.

**Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 15 de octubre**

**102898 381 PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MATERIALES****Curso:** 5°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

<b>Asignaturas que se recomienda haber cursado</b>	<b>313,319,321,322</b>
<b>Asignaturas en cuyo desarrollo influye</b>	

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800526.**

# 102899 382 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

**Curso:** 5°

**Cuatrimestre:** 2°

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

## CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:

Los que se imparten en las asignaturas de “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. **Anelasticidad y fricción interna:** modelos fenomenológicos, causas microscópicas de comportamientos 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       |
| (5) Introduction to dislocations                  | D.Hull and D.J.Bacon, Butterworth Heinemann, 2001  |
| (6) The plastic deformation of metals             | R.W.Honeycombe, Edward Arnold, 1985                |
| (7) Mechanical behaviour of engineering materials | J. Roesler, H. Harders y M. Baeker, Springer, 2007 |

## EVALUACIÓN:

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

## OBSERVACIONES:

Los alumnos matriculados en esta asignatura deberán preinscribirse en el laboratorio para la realización de las prácticas. La preinscripción es **obligatoria** para poder elegir entre los horarios y grupos de prácticas disponibles. Los plazos para realizar esta preinscripción se publicarán con suficiente antelación en el tablón de anuncios del Laboratorio de Física de Materiales situado en la segunda planta.

Se recomienda cursar previamente las asignaturas optativas “Defectos en sólidos” y “Cinética y equilibrio de sólidos”

**Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 31 de octubre**

## 102900 383 PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LOS MATERIALES

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

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).

## 102901 384 EQUILIBRIO Y CINÉTICA DE SÓLIDOS

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1<sup>er</sup>

Carácter: Optativa

Créditos: 6

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

### PROGRAMA:

- Introducción a las transiciones de fase: Conceptos preliminares
- Transformaciones de fase en sustancias puras: Solidificación y transformaciones estructurales. Estructura cristalina
- Soluciones sólidas: Conceptos preliminares. Difusión. Construcción de diagramas de fases. Difusión en sistemas multifásicos. Interpretación de diagramas de fase
- Procesos de nucleación
- Superficies e intercaras: Características de las intercaras. Coherencia. Migración. Superficies: propiedades y caracterización
- Ejemplos de transformaciones de fase en materiales cristalinos
- Ejemplos de transformaciones en materiales no cristalinos
- Ejemplos de transformaciones de fase en superficies

### TEXTOS RECOMENDADOS:

“Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales“, W.D.Callister, Jr. Ed. Reverté 1997

“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

“Kinetic processes“, K.A. Jackson, Wiley-VCH 2004

“Introduction to surface chemistry and catalysis“, G.A.Somorjai, Wiley 1994

“Surfaces and interfaces of solid materials“, H.Lüth, Springer 1998

“Physics of surfaces and interfaces“, H. Ibach, Springer 2006

### METODOLOGÍA:

Las características fundamentales de este curso van a ser el trabajo en grupo, la participación de los estudiantes en la clase y la utilización de diversas herramientas de aprendizaje activo. Los objetivos básicos de la asignatura son la adquisición de la terminología adecuada y los conceptos básicos para enfrentarse al estudio de las transformaciones de fase en diversos tipos de materiales y de los distintos procesos tendentes al equilibrio termodinámico. Estos objetivos incluyen el desarrollo de la capacidad de análisis de problemas relacionados con las transformaciones de fase, predicción y estimación de las propiedades de las distintas fases presentes en un material, aplicación al diseño, selección y uso de nuevos materiales etc. El curso consta de dos partes no siempre bien diferenciadas cuyo desarrollo y seguimiento nos llevará a la adquisición, por una parte de los conocimientos básicos contenidos en el programa de la asignatura, y por otra de técnicas que podríamos llamar transversales, en las que los contenidos de la asignatura servirán material de trabajo. En el caso de los contenidos del curso se desarrollarán a través de clases en las que se expondrán los aspectos básicos de cada tema y se asignarán las tareas correspondientes. En cada caso se indicará qué tareas deben realizarse en grupo y cuáles de forma individual. En todos los casos servirán para realizar el seguimiento del aprendizaje y finalmente la evaluación. El seguimiento del trabajo de los alumnos a lo largo del curso se realizará en grupos reducidos, bien constituidos por uno solo o varios grupos de trabajo que estén realizando actividades afines en ese momento. Tanto el desarrollo de las clases expositivas como el de las reuniones de seguimiento del curso tendrán lugar de acuerdo con el calendario que se propone a continuación. La otra parte del curso, íntimamente relacionada con la primera, constará de diversas actividades en las que el papel fundamental será desempeñado por los alumnos. Algunos ejemplos de estas actividades pueden ser la creación de un blog en el que se vaya reflejando el desarrollo del curso, elaboración de proyectos de investigación o aplicación “reales” sobre temas relacionados con el curso, elaboración de una revista virtual sobre el desarrollo del curso, organización de un “congreso” a final de curso donde se recojan los trabajos realizados durante el curso, etc..

### MÉTODO DE EVALUACIÓN:

**Evaluación formativa.** Se propondrá la realización de diversos ejercicios y cuestiones que serán después revisados y discutidos para asegurar la comprensión de los conceptos fundamentales de la asignatura. La nota final tendrá en cuenta las calificaciones de todas las actividades propuestas en clase. **La asistencia a clase y la participación en los trabajos** propuestos en la metodología anterior es **obligatoria** para realizar dicha evaluación continua.

**102902 385 DIFRACCIÓN Y ESPECTROSCOPIA EN SÓLIDOS**

**Curso:** 4º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Asignatura optativa no ofertada este curso 2013-14.**



**102903 386 FÍSICA DEL LÁSER****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800543.**

**102904 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. Modelo de Ising. 4. Estructura de los cristales. 5. Estructura de los fluidos. 6. Mezclas y dispersiones coloidales. 7. Cristales líquidos. 8. Polímeros. 9. Transiciones de fase. 10. Fenómenos críticos.

**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:**

Realización y presentación por el alumno de un trabajo de investigación simple que expone durante el curso.

**102905 388 ORDEN Y DIMENSIONALIDAD EN SÓLIDOS****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**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 Superconductividad. Efectos cuánticos originados por la reducción de la dimensionalidad del sistema.)*

- Fenómenos cooperativos en sólidos. Ejemplos: Orden magnético espontáneo, superconductividad. 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 ferromagnético 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 metálicos. 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. Efectos de localización. Bloqueo de Coulomb.

**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:**

Controles y ejercicios periódicos a lo largo del curso.

**102906 389 MATERIALES MAGNÉTICOS****Curso:** 5°**Cuatrimestre:** 2°**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**OBJETIVOS:**

Se pretende que los alumnos aprendan la base física del magnetismo para luego poder entender el comportamiento de los distintos materiales magnéticos y sus aplicaciones. Se estudiará la interacción de canje así como las diferentes energías que entran en juego a la hora de caracterizar un material magnético. Se estudiarán los procesos de imanación, lo que servirá a los estudiantes para distinguir los materiales magnéticos blandos y duros, así como sus aplicaciones. Se estudiará la influencia de la microestructura en el comportamiento magnético y los distintos tratamientos que permiten modificar sus propiedades magnéticas. Por último se hará una revisión de los nuevos materiales magnéticos: películas delgadas y nanomateriales. Todas estas actividades tienen una parte teórica y otra, con menor carga docente, práctica en el laboratorio. Después de cursar la asignatura, el alumno deberá ser capaz de caracterizar magnéticamente un material y también encontrar o diseñar el material magnético idóneo para una cierta aplicación.

**PROGRAMA:**

Interacción de canje: ferro, ferri y antiferromagnetismo. Estructura de dominios y procesos de imanación. Materiales magnéticos blandos. Materiales magnéticos duros. Nuevos materiales magnéticos. Aplicaciones

**METODOLOGÍA DOCENTE:**

Clases de teoría y de resolución de problemas. Se propondrá al alumno la resolución y entrega de problemas (0.5 ECTS). Clases de laboratorio donde se caracterizarán materiales magnéticos.

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

*Física de los Materiales Magnéticos*, A. Hernando y J.M. Rojo, Ed. Síntesis.

*Magnetism and Magnetic Materials*, J.M.D. Coey, Cambridge University Press, N.York, (2009)

*Introduction to Magnetic Materials*, B. D. Cullity and C. D. Graham, IEEE Press, John Wiley and Sons, Inc, N. Jersey (2009)

**EVALUACIÓN:**

90%: examen de teoría y problemas. 10%: trabajo de laboratorio

**Es obligatorio realizar la preinscripción en el Laboratorio 7 (Planta 2ª; Departamento de Física de Materiales) del 1 al 31 de octubre**

**102907 390 OCEANOGRAFÍA FÍSICA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

370

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura “Oceanografía Física” del Máster en Meteorología y Geofísica.**

**102908 391 ONDAS SÍSMICAS****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

<b>Asignaturas que se recomienda haber cursado</b>	<b>327</b>
<b>Asignaturas en cuyo desarrollo influye</b>	

**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Física de la Tierra.

**PROGRAMA:**

1. La Tierra como medio elástico. Esfuerzos y deformaciones. Ecuación del movimiento: ondas y modos de vibración. Funciones de Green
2. Ecuación de ondas en un medio infinito. Ondas internas. Geometría de los desplazamientos.
3. Medios estratificados. Reflexión y refracción. Refracción crítica y supercrítica.
4. Teoría general de rayos. Parámetro del rayo. Curvas dromocronas.
5. Rayos en un medio estratificado plano. Velocidad constante y velocidad variable.
6. Rayos en una Tierra esférica.
7. Generación de ondas superficiales. Ondas Rayleigh y ondas Love. Velocidad de grupo y de fase
8. Oscilaciones propias de la Tierra.

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

- K. Aki y P. G. Richards. "Quantitative Seismology". W. H. Freeman, San Francisco, 1980
- E. Buforn, C. Pro y A. Udías. Problemas resueltos de Geofísica. Pearson Ed. 2010.
- S. Stein y M. Wysession. An introduction to seismology and Earth structure. Blackwell, 2003.
- J. Pujol. Elastic wave propagation and generation in Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- A. Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 1999

**EVALUACIÓN:**

La calificación final se basará en el resultado de un examen que abarca conceptos teóricos y prácticos y en las actividades realizadas a lo largo del curso.

**102909 392 SISMOLOGÍA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

391 y 327

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:**

Física de la Tierra, 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. Sismógrafo. Modelos analógicos y digitales. Sismogramas y Acelerogramas.

**TEXTOS:**

- K. Aki y P. G. Richards. "Quantitative Seismology". W. H. Freeman, 2ª edición, San Francisco, 2002
- S. Stein y M. Wysession. An introduction to seismology and Earth structure. Blackwell, 2003.
- J. Pujol. Elastic wave propagation and generation in Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- A. Udías. Principles of Seismology. Cambridge University Press, Cambridge, 1999

**EVALUACIÓN:**

La calificación final se basará en el resultado de un examen que abarca conceptos teóricos y prácticos y en las actividades realizadas a lo largo del curso.

**102910 393 GEOMAGNETISMO : CAMPO INTERNO****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA**

**1. Descripción general del Campo Magnético de la Tierra.** Introducción. Aspectos históricos. Sistemas de Referencia. Elementos magnéticos. Campos constituyentes. Cartas magnéticas.

**2. Conceptos fundamentales del electromagnetismo aplicados al estudio del Campo Magnético de la Tierra,** Ecuaciones de Maxwell. Transmisión de ondas electromagnéticas. Dipolos y multipolos. Líneas de fuerza de un campo dipolar. Densidad de energía. Apantallamiento magnético. Bobinas de Hemholtz.

**3. Observación y medida del Campo Magnético de la Tierra.** Mediciones absolutas y relativas. Métodos clásicos para la medición de D, H e I. Equipos modernos: Magnetómetro de Protones; Magnetómetro de Bombeo Óptico. Magnetómetro de Núcleo Saturado. SQUID. Variógrafos y magnetogramas. Observatorios magnéticos. Bancos de datos.

**4. Análisis armónico del Campo Principal.** Definición de Campo Principal. Análisis armónico. Origen interno del Campo Principal. Significado físico de los coeficientes. Aproximaciones sucesivas. Terminología. Coordenadas geomagnéticas.

**5. Variación espacial y temporal del Campo Interno.** Modelos de Campo Interno: IGRF. Variación Secular e Inversiones de Polaridad. Excursiones y Sacudidas magnéticas.

**6. Paleomagnetismo. Magnetismo de las rocas.**

Propiedades magnéticas de la materia. Materiales ferromagnéticos; ciclo de histéresis. Teoría de Neel. Tipos de magnetización remanente. Magnetismo de las rocas. Minerales de interés paleomagnético; métodos para su identificación. Tratamiento de datos paleomagnéticos. Aplicaciones del Paleomagnetismo.

**7. Generación del Campo Interno. Magnetohidrodinámica. Principio de la dinamo.** Condiciones planteadas por la observación. Características del núcleo externo. Introducción a la magnetohidrodinámica. Ecuación de inducción magnética. Principales números magnéticos adimensionales. Teorema del flujo congelado. Difusión del campo magnético. Principio de la dinamo. Teorema de Cowling. Análisis matemático de la dinamo cinemática: Campos poloidal y toroidal. Efectos  $\alpha$  y  $\omega$ . Modelo de Bullard y Gellman. Fuentes de energía de la dinamo: Hipótesis de la convección térmica; Teoría de la convección gravitatoria; Modelo del par de precesión;

**8. Modelos explicativos de la variación secular y las inversiones magnéticas.**

Origen de la variación secular del Campo Interno: Modelo de Bullard. Ondas magnetohidrodinámicas y ondas planetarias. Modelos explicativos de las inversiones magnéticas. Modelos mecánicos y modelos probabilistas. Caos determinista.

**TEXTOS RECOMENDADOS**

- Campbell, W.H., 1997, **Introduction to Geomagnetic Fields**, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jacobs, J.A. (Editor), 1987-1991, **Geomagnetism** (Tomos 1y 2), Academic Press, Londres.
- Merrill, 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.

**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.

**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:** Resulta conveniente haber cursado la asignatura optativa de primer ciclo: "Física de la Tierra".



**102911 394 GEOMAGNETISMO: CAMPO EXTERNO**

Curso: 5º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS**

Se considera muy recomendable haber cursado la asignatura Geomagnetismo: Campo Interno

**PROGRAMA**

**1. Campos geomagnéticos de origen externo.** Introducción: Los campos de origen externo en el contexto del Magnetismo Terrestre. Características de la alta atmósfera y del espacio exterior. Propiedades físicas del geoespacio: colisiones, continuidad, difusión. Concepto de plasma. Movimiento de partículas cargadas y energía en un magnetoplasma. Invariantes adiabáticos. Espejos magnéticos.

**2 Estudio de la Ionosfera.** Composición. Teoría de Chapman sobre la formación de las capa ionosféricas. Transmisión de ondas electromagnéticas en la ionosfera. Ecuación 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 Sol-Tierra: viento solar y campo magnético interplanetario. Formación y estructura de la Magnetosfera. Reconexión magnética. 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. Aplicaciones. Sistemas de corrientes equivalentes. Dinamo atmosférica. Electrochorro ecuatorial.

**5. Variaciones no periódicas del campo externo.** Índices de actividad magnética. Efectos de las fulguraciones y las eyecciones de masa coronal. Tormentas magnéticas. Subtormentas. Notación de la actividad magnética. Origen de las tormentas. Bahías. Pulsaciones magnéticas.

**6. Meteorología y Climatología espaciales.** Conceptos básicos. Parámetros de evaluación del tiempo espacial. Efectos de las variaciones del tiempo espacial.

**EVALUACIÓN**

Un 80% de la nota corresponderá a dos exámenes que tendrán lugar, respectivamente, en la primera quincena de diciembre (parcial) y en febrero (final). El otro 20% restante será resultado de la participación del alumno en las clases y en diversas actividades propuestas durante el curso.

**TEXTOS RECOMENDADOS**

\* Dieminger, W., G.K. Hartmann and R. Leitinger (Editors), 1996, **The Upper Atmosphere**, Springer Verlag, Berlin.

\* Hargreaves, J.K., 1992, **The Solar-Terrestrial Environment**, Cambridge Univ. Press.

\* Herraiz, M. y B. A. de La Morena (Editores), 2000, **Tendencias actuales en la investigación de la Ionosfera**, Física de la Tierra nº 12, Universidad Complutense, Madrid.

\* Herraiz, M y B. A de la Morena (Editores), 2008, **La ionosfera y su influencia en el posicionamiento y la navegación satelital**, Física de la Tierra nº 20, Universidad Complutense, Madrid.

\* Jacobs, J.A. (Editor), 1991, **Geomagnetism**, (Volúmenes 3 y 4), Academic Press, New York.

\* Pröls, G.W., 2004, **Physics of the Earth's Space Environment**, Springer Verlag, Berlin

\* Ratcliffe, J.A., 1972, **An Introduction to the Ionosphere and Magnetosphere**, Cambridge University Press.

**102912 395 GRAVIMETRÍA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**CONOCIMIENTOS 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.

## **102913 396 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELECTROMAGNÉTICA**

**Curso:** 4º

**Cuatrimestre:** 1º

**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.

### **PRÁCTICAS**

- 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.

### **EVALUACIÓN:**

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 GEOFÍSICA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA.

## **102914 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.

### **PRÁCTICAS:**

- 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., *Enciclopedia Dictionary of Exploration Geophysics*, SEG., 1984.  
Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 1990.

### **EVALUACIÓN:**

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”.

**102915 398 GEOFÍSICA INTERNA Y TECTONOFÍSICA****Curso:** 5°**Cuatrimestre:** 2°**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.

**102916 399 TÉCNICAS EXPERIMENTALES GEOFÍSICAS**

Curso: 5º

Cuatrimestre: 2º

Carácter: Optativa

Asignaturas que se recomienda haber cursado	391,392,395,393,394
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

Créditos: 4,5

**PROGRAMA:**

1. Análisis de sismogramas e identificación de fases. Aplicación: Cálculo de la distancia epicentral.
2. Estudio de la estructura sísmica en una zona a partir de datos de perfiles sísmicos. Dromocronas normales y reducidas. Identificación de las distintas fases refractadas y reflejadas. Aplicación: Determinación de las velocidades y los espesores de cada capa.
3. Análisis de anomalías gravimétricas. Interpretación de datos. Aplicación: Cálculo de modelos directos de anomalías gravimétricas.
4. Caracterización del Campo Magnético de la Tierra. Estimación de los elementos geomagnéticos del Campo Principal. Variaciones periódicas. Anomalías magnéticas. Aplicación: Cálculo de modelos directos de anomalías magnéticas.
5. Introducción al paleomagnetismo. Análisis de los datos de desimanación. Determinación de las componentes magnéticas registradas en la muestra. Cálculo estadístico. Aplicación: Arqueomagnetismo.
6. Estado térmico de la Tierra. Aplicación: Determinación e interpretación del flujo de calor residual.
7. Introducción a la teoría de inversión. Aplicación: modelos inversos en geofísica, tomografía eléctrica, tomografía sísmica.

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

Campbell, W.H., 1977, Introduction to Geomagnetic fields, Cambridge University Press, Cambridge

Fowler, C.M.R., 2005, The Solid Earth. An Introduction to Global Geophysics, 2<sup>nd</sup> Edition. Cambridge University Press

Lowrie, W., 2007, Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press

Telford, W.M., L.P. Geldart and R. E. Sheriff, 1990, Applied Geophysics, Society of Cambridge University Press.

Udías A. y J. Mezcuca, 1996, Fundamentos de Geofísica, Ed. Alianza

**EVALUACIÓN:**

Evaluación **continuada**. Se efectuará teniendo en cuenta: la asistencia a clase que será obligatoria, la participación y trabajo realizado a lo largo del curso y un examen final.

**102817 400 RADIACIÓN ATMOSFÉRICA****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**PROGRAMA:**

1. Estratificación térmica y gases traza de la atmósfera.
2. Fundamentos espectroscópicos.
3. Magnitudes radiométricas.
4. Leyes básicas de la radiación.
5. Radiación solar en la cima de la atmósfera e insolación.
6. Atenuación atmosférica de la radiación.
7. Tasa de calentamiento solar.
8. Ecuación de transferencia radiativa infrarroja.
9. Calentamiento infrarrojo de la atmósfera.
10. Equilibrio radiativo y modelos climáticos de bajo orden.

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

KONDRATYEV K. Ya., "Radiation in the Atmosphere", Academic Press, 1969.

LIU 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.

**102918 401 TERMODINÁMICA DE LA ATMÓSFERA**

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1º

Carácter: Optativa

Créditos: 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	326
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	406, 405, 403

•

•

Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800555.



**102919 402 FÍSICA ATMOSFÉRICA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	370,401,403
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

**PROGRAMA:**

- I. Micrometeorología.
  1. Escalas atmosféricas. Capa Límite Atmosférica.
  2. Estabilidad de estratificación en la ABL.
  3. Flujo laminar en la ABL.
  4. Turbulencia.
  5. Perfiles de velocidad.
  6. Teoría de semejanza.
  7. Difusión turbulenta.
  
- II. Electricidad atmosférica
  8. Ionosfera.
  9. Potencial y campo eléctrico.
  10. Iones atmosféricos. Conductividad.
  11. Transferencia de carga en la atmósfera.
  12. Célula tormentosa. Descargas rápidas.

**TEXTOS RECOMENDADOS:**

- Arya, S. P. "Introduction to Micrometeorology". Academic Press. 2001.
- Stull, R. B. "An Introduction to Boundary Layer Meteorology". Kluwer Academic Publisher. 1994.
- Chalmers, J. A. "Atmospheric Electricity". Pergamon Press. 1967.
- Commission on Physical Sciences, Mathematics, and Applications "The Earth's Electrical Environment". National Academy Press. 1986.

**EVALUACIÓN:**

- Entrega de trabajos. Examen Final.

## **102920 403 DINÁMICA ATMOSFÉRICA**

**Curso:** 4º-5º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800554.**

**102921 404 AMPLIACIÓN DE DINÁMICA ATMOSFÉRICA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura “Dinámica Atmosférica” del Máster en Meteorología y Geofísica.**

**102922 405 FÍSICA DEL CLIMA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado	401,400,403,390
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	

**CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS:** Termodinámica de la Atmósfera y Radiación en la Atmósfera.

**PROGRAMA**

1. El sistema climático y sus componentes.
2. Transferencia radiativa en la atmósfera.
3. Balance de energía.
4. El ciclo hidrológico.
5. La circulación global de la atmósfera.
6. Cambios climáticos: Sensibilidad del clima y Mecanismos de realimentación.
7. Modelos Climáticos.

**TEXTOS RECOMENDADOS:****Bibliografía básica :**

Hartmann, D.L. (1994) : *Global Physical Climatology*. Academic Press Inc.

Peixoto, J.P. y A.H. Oort (1992, 1995). *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:**

Realización de un examen final y de un trabajo práctico. La calificación final se basará en el resultado del examen y en las actividades realizadas durante el curso.

**102923 406 FÍSICA DE NUBES****Curso:** 4º-5º**Cuatrimestre:** 1º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

401

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**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

**Bibliografía:**R.R. Rogers: Física de las Nubes. Ed. Reverté (1977)K.C. Young: Microphysical Processes in Clouds. Oxford Univ. Press (1993)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 prácticas y problemas

## 102924 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

**102925 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:**

HALTNER, 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.

**102926 409 PREDICCIÓN NUMÉRICA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura “Modelización Numérica” del Máster en Meteorología y Geofísica.**



**102927 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:**

1. ESTADOS ELECTRÓNICOS EN SEMICONDUCTORES
  - 1.1 Recordatorio de conceptos de Física de Estado Sólido
  - 1.2 Movimiento de electrones en bandas. Momento cristalino
  - 1.3 Masa efectiva
  - 1.4 Masa efectiva para la densidad de estados
  - 1.5 Masa efectiva para la conductividad
  - 1.6 Estructura de bandas de algunos semiconductores
2. ESTADÍSTICA DE PORTADORES EN EL EQUILIBRIO
  - 2.1 Semiconductor intrínseco: concentraciones de portadores
  - 2.2 Semiconductor extrínseco. Activación de impurezas
  - 2.3 Nivel de Fermi para un semiconductor extrínseco: Métodos gráficos;
3. TRANSPORTE DE PORTADORES CON CONCENTRACIONES DE EQUILIBRIO
  - 3.1 Ecuación de transporte de Boltzmann
  - 3.2 Aproximación del tiempo de relajación
  - 3.3 Mecanismos de scattering
  - 3.4 Soluciones particulares: corriente eléctrica, difusión.
  - 3.5 Efecto Hall
  - 3.6 Efectos cuánticos;
4. ESTADÍSTICA DE PORTADORES EN AUSENCIA DE EQUILIBRIO
  - 4.1 Equilibrio generación recombinación. Tiempo de vida
  - 4.2 Recombinación intrínseca
  - 4.3 Recombinación por estados en el gap. Estadística SRH
  - 4.4 Mecanismos de generación: Absorción óptica, inyección
5. TRANSPORTE DE PORTADORES CON CONCENTRACIONES DE NO EQUILIBRIO
  - 5.1 Ecuación de continuidad
  - 5.2 Ecuación de transporte ambipolar. Campo interno.
  - 5.3 Soluciones particulares de la ecuación de transporte
  - 5.4 Fotoconductividad

**EVALUACIÓN**

Continua

**BIBLIOGRAFÍA**

1. N. W. Ashcroft and N. D. Mermin "Solid State Physics" HRW International Editions, 1987.
2. H. Ibach and H. Lüth "Solid State Physics, an Introduction to Theory and Experiment" Springer Verlag. 1993.
3. P. Y. Yu and M. Cardona. Fundamental of semiconductors. Springer, 1996.
4. S. Wang, Fundamental of Semiconductor Theory and Device Physics Prentice Hall International, 1989
5. J. P. McKelvey Física del Estado Sólido y de Semiconductores Limusa 1976

**102928 411 FÍSICA DE DISPOSITIVOS**

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4.5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800544.**

## **102929 412 MATERIALES SEMICONDUCTORES**

**Curso:** 4º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112466.**

# **102930 413 LABORATORIO DE DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS**

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 4,5

## **PROGRAMA:**

### **I. CARACTERIZACIÓN DE SEMICONDUCTORES**

1. Caracterización eléctrica de un semiconductor.
2. Caracterización óptica de un semiconductor.

### **II. CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DE DISPOSITIVOS**

3. Caracterización AC de dispositivos de unión.
4. Caracterización DC de dispositivos de unión.
5. Caracterización electro-óptica de una célula solar.
6. Caracterización electro-óptica de LEDs.
7. Caracterización de un transistor bipolar.

### **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 semiconductores". Ed. Mir, 1975
- S.M. Sze, "Physics of Semiconductor Devices". John Wiley, 1981
- J. Wilson, J.F.B. Hawkes, "Optoelectronics: An Introduction". Prentice Hall, 1998

## **OBSERVACIONES**

Es recomendable cursar simultáneamente o haber cursado alguna asignatura relacionada con física de semiconductores ("Electrónica I" en Física o "Física de Semiconductores" en Ingeniería Electrónica).

## **EVALUACIÓN**

El 50% de la calificación final se obtendrá de un examen final individual en el que se preguntará al alumno sobre los fundamentos teóricos y experimentales de las prácticas, así como sobre las cuestiones y ejercicios planteados durante el curso. Un 40% de la nota corresponderá al trabajo realizado en el laboratorio que incluye las memorias de las prácticas entregadas. El 10% lo completa la exposición oral de un trabajo realizado por cada alumno.

Para aprobar la asignatura será obligatorio realizar cada una de las actividades planteadas y superar por separado cada parte.

## **102931 414 CONTROL DE SISTEMAS**

**Curso:** 4º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**Carácter:** Optativa

**Créditos:** 3 teóricos + 3 prácticos

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112453.**

**102932 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	

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura del Grado en Física de código 800546.**

## 102933 416 AMPLIACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL

Curso: 4º

Cuatrimestre: 1<sup>er</sup>

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 gaussiano (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.

**102934 417 CIRCUITOS DIGITALES****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 6

Asignaturas que se recomienda haber cursado	338
Asignaturas en cuyo desarrollo influye	418

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura de la Ingeniería Electrónica de código 112445.**



**102935 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, y 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:**

1. *"Tecnología de Computadores. Técnicas Analógicas y digitales"*. M. Fernández. Ed. Síntesis
2. *"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

# 102936 419 FUNDAMENTOS DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

**Curso:** 5º

**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>

**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”.

**102937 420 INTEGRACIÓN DE PROCESOS TECNOLÓGICOS****Curso:** 2**Cuatrimestre:** 2**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

**Esta asignatura se encuentra este curso en extinción. Sus grupos de clase, horarios, profesores y ficha se corresponden con los de la asignatura “Microelectrónica” del Máster en Nuevas tecnologías Electrónicas y Fotónicas.**

**102938 421 ROBÓTICA****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5**Breve descriptor:** Inteligencia artificial, Robótica Industrial, Robot móviles autónomos, Planificación, Sensores**Requisitos:** Conocimientos básicos matemáticos: Vectores y espacios vectoriales; Tratamientos matriciales y geometría.**Objetivos:** Conocer los fundamentos de los robots: movimiento, planificación, lenguajes de programación y percepción, tanto para robots móviles como en manipuladores.**Contenidos temáticos:** Lenguajes de Programación del Robot. – Inteligencia artificial en robótica, - Movimiento del robot: cinemática, dinámica y control. - Planificación de trayectorias. - Detección y sensores en robótica. - Imágenes digitales y tratamiento básico: filtrado, suavizado, realzado, histograma.**Actividades docentes:**

- 1.- Revisión de los contenidos y realización de ejercicios de refuerzo.
- 2.- Exposiciones en clase de distintos trabajos y su debate posterior.
- 3.- Propuesta de proyecto robótico: construcción de un robot móvil.
- 4.- Visualización de distintos vídeos sobre robots y posterior discusión.
- 5.- Realización de prácticas dirigidas a la construcción de un robot móvil.

**Evaluación:** Existen dos modalidades de evaluación:Evaluación continua: La nota total se irá obteniendo a lo largo del curso y consta de los siguientes conceptos:

- Actividades (50%):
  - Participación en clase y campus virtual (10%)
  - Trabajos (20 %)
    - Ejercicios y problemas
    - Trabajos de profundización
    - Ejercicios prácticos.
  - Prácticas (20 %)
- Conocimientos (50%)
  - Evaluaciones periódicas (50%) [40% teoría – 60% Problemas]

Asistencia: El control de asistencia mantenido durante el curso será utilizado para ajustar la nota del alumno en caso de que se estime conveniente.

Examen final: La nota se obtiene de la suma de la nota de prácticas más la nota obtenida en el examen final. Se realizará un examen final (convocatoria de Junio y Septiembre) en el plazo y lugar fijado por la Facultad donde se realizará un examen tradicional que constará de teoría y problemas, en los que se exigirá una nota mínima para poder realizar la media entre los dos apartados del examen.

La nota total será la siguiente:

- Nota de las prácticas (20%)
- Nota del examen (80%)
  - teoría (30%) (mínimo 1.2 puntos, o 4.0 sobre 10)
  - problemas (50%) (mínimo 1.8 puntos, o 3.6 sobre 10)

**Bibliografía básica:**

- Fu, K.S., González, R.C. y Lee, C.S.G.; *Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia*; Mc Graw-Hill, 1988;
- Ollero, A. ; *Robótica, Manipuladores y Robots Móviles*; Marcombo, 2002;
- Sensors for mobile robots. Theory and application. H.R. Everett. A.K. Peters. Wellesley, 1995

**102939 422 DISEÑO Y TEST DE CIRCUITOS INTEGRADOS I****Curso:** 5º**Cuatrimestre:** 1<sup>er</sup>**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 sustrato. Los inversores MOS. Definiciones y propiedades. El inversor CMOS de carga dinámica. El inversor pseudo-NMOS. El inversor triestate. La puerta de transmisión.

**4. Tecnología de procesos CMOS**

CMOS de pozo N. Polarización de los sustratos. 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:** El examen consistirá en una parte teórica (25% de la nota total) junto con otra parte práctica (75% de la nota), que se realizará en el laboratorio

**102940 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.

**102941 424 PROGRAMACIÓN****Curso:** 4º**Cuatrimestre:** 2º**Carácter:** Optativa**Créditos:** 4,5

Asignaturas que se recomienda haber cursado

339

Asignaturas en cuyo desarrollo influye

**Resumen del programa:**

El objetivo general de la enseñanza de la Programación es capacitar a los alumnos para construir metódicamente programas legibles, bien documentados, correctos, eficientes y fáciles de mantener y reutilizar. Dentro de este marco, la Programación orientada a objetos (POO) introduce una serie de técnicas y mecanismos que favorecen fundamentalmente los dos últimos criterios de calidad: la facilidad para mantener y modificar los programas, y la posibilidad de desarrollar programas o componentes fácilmente reutilizables.

El núcleo del curso se ocupa del estudio de los mecanismos que definen el paradigma de la POO, como son el desarrollo de aplicaciones en términos de clases de objetos, la organización de las clases en jerarquías con herencia, el polimorfismo y la vinculación dinámica. Tomando C++ como lenguaje de referencia, para cada mecanismo concreto se exploran distintas alternativas presentes en diferentes lenguajes orientados a objetos.

**Programa detallado:**

Repaso del lenguaje C++. Introducción a la programación orientada a objetos: Clases y objetos. Más sobre clases y objetos. Las clases como tipos de datos. Arrays y cadenas de caracteres. Una lista de objetos basada en array. Herencia. Más sobre herencia. Objetos y memoria dinámica. Métodos virtuales, polimorfismo y clases abstractas. Otras características de C++.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Básica (por orden de prioridad):

- Harvey M. Deitel y Paul J. Deitel, *Cómo programar en C++*. Pearson-Prentice Hall, 2003.
- Robert Lafore, *Object-Oriented Programming in C++*. 4ª ed. SAMS Publishing, 2005.
- Stroustrup, B. *El lenguaje de programación C++*. Ed. especial. Addison-Wesley, 2002.

Complementaria:

- Timothy A. Budd, *An Introduction to Object-Oriented Programming*. 3ª ed. Addison-Wesley, 2002.
- Gregory L. Heileman, *Estructuras de datos, algoritmos y programación orientada a objetos*. McGraw Hill, 1999.

**Desarrollo de la asignatura:** La asignatura se guiará por una programación que alterna teoría y práctica: tras estudiar cada unidad o lección se practican las técnicas aprendidas en unidades anteriores. El profesor irá indicando a los alumnos lo que deben estudiar y lo que deben practicar, con el fin de llevar un buen ritmo de aprendizaje.

**Evaluación:** Los alumnos deberán superar el examen final de la asignatura, en su convocatoria ordinaria (junio de 2013) o en la extraordinaria (septiembre de 2013).

## **102943 900. PRACTICAS EN EMPRESAS / TRABAJOS ACADEMICAMENTE DIRIGIDOS**

**Curso:** 4º/5º

**Cuatrimestre:** 2º

**Carácter:** Libre elección u Optativos

**Créditos:** 6

### **PRACTICAS EN EMPRESAS**

#### **Oferta y condiciones generales de las prácticas<sup>(\*)</sup>**

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](http://www.ucm.es/info/fgu)) o con el COIE (Edificio de Alumnos de la UCM; [www.coie.ucm.es](http://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.

---

<sup>(\*)</sup> La normativa completa de las Prácticas en Empresas está expuesta en los paneles de información de Secretaría.



## **TRABAJOS ACADEMICAMENTE DIRIGIDOS**

### **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: Matrícula 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.