



Salamanca, 26 de Febrero de 2009

COMENTARIOS A LAS RECOMENDACIONES REALIZADAS POR ANECA RESPECTO AL TÍTULO DE GRUADO O GRUADA EN FÍSICA POR LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (EXP. Nº.612/2008)

Recomendación 1: El documento de ANECA recoge:

"Criterio 2: JUSTIFICACIÓN

Se recomienda incluir la legislación relativa a la profesión de físico como referente atendido en el diseño del Título y no en el dedicado a las normas reguladoras del ejercicio profesional, ya que en el contexto de verificación de Grados únicamente se consideran profesiones reguladas aquellas para las que el Ministerio ha establecido directrices académicas."

Teniendo en cuenta esta recomendación en el documento .pdf (Memoria_con_recomendaciones) que se adjunta se ha introducido el siguiente cambio con respecto al documento original: El párrafo que estaba en el documento inicial en el apartado 2.1 (al final del mismo) :

" En lo que respecta a las normas reguladoras del ejercicio profesional, la profesión de físico para la que capacita el presente título, hasta el momento actual, está regulada por:

- Ley 2/1974, de 13 de febrero, sobre colegios profesionales.*
- Ley 34/1976, de 4 de diciembre, de creación del Colegio Oficial de Físicos.*
- Real Decreto 1665/1991, de 25 de octubre, por el que se regula el sistema general de reconocimiento de los títulos de enseñanza superior de los Estados Miembros de la Comunidad Económica Europea que exigen una formación mínima de tres años de duración.*

El Ministerio de Ciencia e Innovación, junto con el resto de ministerios competentes en este ámbito profesional, analizará la adecuación de esta regulación al nuevo marco de la Educación Superior. "

Se ha modificado según se indica a continuación e introducido en el **apartado 2.2** ([página 6](#) del documento Memoria_con_recomendaciones.pdf):

"Además hay que tener en cuenta que el citado interés se manifiesta, también y explícitamente, en la regulación de la profesión de físico, para la que capacita



el presente título. Dicha regulación, en el momento actual, se encuentra recogida en:

- Ley 2/1974, de 13 de febrero, sobre colegios profesionales.*
- Ley 34/1976, de 4 de diciembre, de creación del Colegio Oficial de Físicos.*
- Real Decreto 1665/1991, de 25 de octubre, por el que se regula el sistema general de reconocimiento de los títulos de enseñanza superior de los Estados Miembros de la Comunidad Económica Europea que exigen una formación mínima de tres años de duración.*

Recomendación 2: El documento de ANECA recoge:

*"Criterio 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS
Aunque en la estructura de plan de estudios propuesta se equiparan materias y asignaturas, se recomienda ajustarse a lo establecido en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica, diferenciando las materias de las asignaturas, denominando a las materias con los nombres del mencionado anexo y las asignaturas con los sugeridos en la propuesta."*

Teniendo en cuenta esta recomendación en el documento .pdf (Memoria_con_recomendaciones) que se adjunta en el **apartado 5: Planificación de las enseñanzas - Explicación general de la planificación del plan de estudios** han los siguientes cambios que se enumeran a continuación:

1.- A lo largo de todo el apartado se ha sustituido la equivalencia: asignaturas (= materias), para las asignaturas de formación básica, no así para las asignaturas obligatorias y optativas. Como consecuencia, y para añadir coherencia al texto, se ha sustituido "asignaturas (= materias)" por asignatura, y se puesto en **rojo** en el documento pdf que se adjunta.

2.- Página 18:

se ha sustituido:

"El Grado en Física estructura la formación en módulos que se organizan sobre asignaturas (= materias) cuatrimestrales mayoritariamente de 6 créditos ECTS, aunque también se incluyen un número reducido de asignaturas de 4,5 y de 3 créditos ECTS."

por:

"El presente Grado en Física estructura la formación en módulos que se organizan sobre materias y asignaturas. Las asignaturas serán equivalente a las materias salvo en el caso de asignaturas de formación básica que se han agrupado en materias con la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica. Las asignaturas son cuatrimestrales, mayoritariamente de 6 créditos ECTS, aunque también se incluyen un número reducido de asignaturas de 4,5 y de 3 créditos ECTS."



3.- Página 20:

se ha sustituido:

"Los módulos en que se estructura el Plan de Estudios agrupan, de manera general, materias (= asignaturas) afines en contenidos. Se hace constar explícitamente que en todos los módulos se ha hecho la identificación de materias con asignaturas (materias=asignaturas)."

por:

"Los módulos en los que se estructura el Plan de Estudios agrupan, de manera general, a asignaturas afines en contenidos. Se hace constar explícitamente, que en todos los módulos, las asignaturas serán equivalente a las materias salvo en el caso de asignaturas de formación básica que se han agrupado en materias con la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica."

4.- Página 21: se han reordenado los módulos poniendo en primer lugar los que tienen alguna asignatura básica e incluyendo éstas en materias con la denominación según se indica en el ANEXO II del R.D. 1393/2007. Esta reordenación afecta también a las tablas de adquisición de competencias (pág. 26) y a la presentación detallada de los módulos que se encuentran a partir de la página 35.

Nueva reordenación inicial con cambio de denominación en materias:

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CRÉDITOS ECTS	CARACTER
Fundamentos de Física (30 créditos ECTS)	Física	Física I	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Física II	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Física III	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Física IV	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Laboratorio de Física	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
Métodos Matemáticos de la Física (36 créditos ECTS)	Matemáticas	Análisis Matemático I	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
		Análisis Matemático II	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
		Álgebra Lineal y Geometría I	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
		Álgebra Lineal y Geometría II	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
	Ecuaciones Diferenciales	Ecuaciones Diferenciales	6	Obligatoria
Variable Compleja	Variable Compleja	6	Obligatoria	
Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física (16.5 créditos ECTS)	Informática	Técnicas Informáticas en Física	6	Básica (Informática, Rama: Ingeniería y Arquitectura)
	Métodos Numéricos	Métodos Numéricos	6	Obligatoria
	Física Computacional	Física Computacional	4.5	Obligatoria



5.- Página 23:

Se cambia en la primera tabla: "**Asignaturas (materias) BASICAS**"

por: "**Asignaturas BÁSICAS**"

6.- Página 26: Se han reorganizado las tablas de adquisición de competencia a la nueva recolocación de los módulos

7.- Dentro del subapartado: **5.3. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el Plan de Estudios:**

i) Página 35:

se ha sustituido:

"Compuesto por 5 asignaturas :

- 5 asignaturas básicas de 6 créditos ECTS cada una programadas en el primer curso: Dos en el primer cuatrimestre ("Física I" y "Física II") y otras tres en el segundo cuatrimestre ("Física III", "Física IV" y "Laboratorio de Física")."

por (se añaden las líneas en rojo):

"Compuesto por 5 asignaturas :

- 5 asignaturas básicas de 6 créditos ECTS cada una programadas en el primer curso: Dos en el primer cuatrimestre ("Física I" y "Física II") y otras tres en el segundo cuatrimestre ("Física III", "Física IV" y "Laboratorio de Física"). **Estas asignaturas se encuentran englobadas íntegramente en la materia básica "Física" de la rama de conocimiento de "Ciencias" según la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica. "**

ii) Nueva Página 40 (módulo de **Métodos Matemáticos**). Se ha sustituido:

"Compuesto por 6 asignaturas :

- 4 asignaturas básicas de 6 créditos ECTS cada una programadas en el primer curso: Dos en el primer cuatrimestre ("Análisis Matemático I" y "Álgebra Lineal y Geometría I") y otras dos en el segundo cuatrimestre ("Análisis Matemático II" y "Álgebra Lineal y Geometría II").
- 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una programadas en el segundo curso: Una en el primer cuatrimestre ("Ecuaciones Diferenciales") y otra en el segundo cuatrimestre ("Variable Compleja")."



Por (se añaden las líneas en rojo):

"Compuesto por 6 asignaturas :

- 4 asignaturas básicas de 6 créditos ECTS cada una programadas en el primer curso: Dos en el primer cuatrimestre ("Análisis Matemático I" y "Algebra Lineal y Geometría I") y otras dos en el segundo cuatrimestre ("Análisis Matemático II" y "Algebra Lineal y Geometría II"). **Estas asignaturas se encuentran englobadas íntegramente en la materia básica "Matemáticas" de la rama de conocimiento de "Ciencias" según la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007.**
- 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una programadas en el segundo curso: Una en el primer cuatrimestre ("Ecuaciones Diferenciales") y otra en el segundo cuatrimestre ("Variable Compleja")."

iii) Nueva Página 47 (módulo de **Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física**):

Se ha sustituido:

"Compuesto por 3 asignaturas:

- 1 asignatura básica de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del primer curso ("Técnicas informáticas en Física").
- 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del tercer curso ("Métodos numéricos").
- 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del cuarto curso ("Física Computacional")."

Por (se añaden las líneas en rojo):

"Compuesto por 3 asignaturas:

- 1 asignatura básica de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del primer curso ("Técnicas informáticas en Física"). **Esta asignatura se encuentran englobadas íntegramente en la materia básica "Informática" de la rama de conocimiento de "Ingeniería y Arquitectura" según la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007.**
- 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del tercer curso ("Métodos numéricos").
- 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del cuarto curso ("Física Computacional")."



Recomendación 3: El documento de ANECA recoge:

"Criterio 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

En relación a la coordinación docente, se describe en relación a cada uno de los módulos que componen el plan de estudios. Sería recomendable incluir los mecanismos que garantizarán la coordinación horizontal y (dentro de un curso académico) y vertical (a lo largo de los diferentes cursos) de las materias y módulos de los que cuenta el plan de estudios."

Teniendo en cuenta esta recomendación en el documento .pdf (Memoria_con_recomendaciones) que se adjunta en el apartado **5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS - 5.3. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el Plan de Estudios.** , en cada módulo y en el apartado de coordinación docente que está en las páginas: 37, 44, 49, 54, 60, 65, 69, 74, 79, 84, 89, 94, 98,103-104:

donde ponía:

"* Reuniones periódicas, y en todo caso siempre que se considere necesario, de los profesores de cada curso con el Coordinador de la titulación (nombrado por la Facultad de Ciencias, figura que está recogida en sus Estatutos) para realizar un seguimiento de las actividades de dicho curso, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios."

se ha sustituido por:

"* Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma)."



Recomendación 4: El documento de ANECA recoge:

"Criterio 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Se recomienda concretar la adecuación de las acciones de movilidad previstas a los objetivos del Título."

Teniendo en cuenta esta recomendación en el documento .pdf (Memoria_con_recomendaciones) que se adjunta en el apartado **5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida:**

Página 33:

donde ponía:

"El sistema de reconocimiento y acumulación de los créditos ECTS obtenidos a través de cualquiera de los programas descritos se llevará a cabo de modo similar a como viene aplicándose en la Licenciatura en Física: estableciendo por parte de la Comisión del Centro acuerdos académicos para cada estudiante, previos a su movilidad, en los que se especifique qué materias cursarán en la universidad de destino y por qué materias del Grado en Física serán reconocidos o transferidos, los cuales serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

Como referencia, para el curso 2008-2009 se tienen convenios para programas de intercambio ERASMUS para los estudiantes de la Licenciatura en Física, con becas de 10 meses, con las siguientes instituciones: "

se ha sustituido por (se añaden las líneas en rojo):

"El sistema de reconocimiento y acumulación de los créditos ECTS obtenidos a través de cualquiera de los programas descritos se llevará a cabo de modo similar a como viene aplicándose en la Licenciatura en Física: estableciendo por parte de la Comisión del Centro acuerdos académicos para cada estudiante, previos a su movilidad, en los que se especifique qué materias cursarán en la universidad de destino y por qué materias del Grado en Física serán reconocidos o transferidos, los cuales serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título. **La elección de las materias a cursar se hará siempre teniendo en cuenta que estos estudiantes puedan conseguir en las citadas instituciones los objetivos y competencias que se pretenden en el Grado en Física.**

Como referencia, para el curso 2008-2009 se tienen convenios dentro del programa de intercambio ERASMUS para estudiantes de la Licenciatura en Física, con becas de 10 meses, con las instituciones que se enumeran a continuación. Se prevé que los estudiantes del Grado en Física puedan cursar también materias en dichas instituciones, y si es posible ampliar la oferta, siempre teniendo en cuenta que estos estudiantes puedan conseguir en las mismas los objetivos y competencias que se pretenden en el Grado en Física. "



Página 34:

donde ponía:

"Análogamente, para el curso 2008-2009 la oferta en el programa de intercambio SICUE para los estudiantes de la Licenciatura en Física es la siguiente:"

se ha sustituido por (se añaden las líneas en rojo):

"Análogamente, para el curso 2008-2009 la oferta en el programa de intercambio SICUE para los estudiantes de la Licenciatura en Física es la que **se adjunta a continuación. En este caso se prevé que los estudiantes del Grado en Física puedan cursar también materias en dichas instituciones, y si es posible ampliar la oferta, siempre teniendo en cuenta que estos estudiantes puedan conseguir en las mismas los objetivos y competencias que se pretenden en el Grado en Física.**"

Recomendación 5: El documento de ANECA recoge:

"Criterio 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Se recomienda concretar las competencias de los módulos en resultados de aprendizaje"

En este punto se cree que, probablemente, haya un problema con el formato que ha traducido la aplicación Verifica. Se adjunta a continuación a modo de ejemplo, este apartado en el módulo de Mecánica -página 51-, se puede ver como están en el módulo concretadas las competencias en resultados de aprendizaje (para el resto de los módulos consultar el documento pdf adjunto):

Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo

Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:

- Conocer y saber aplicar en problemas físicos concretos las leyes de Newton tanto para una partícula como para un sistema de partículas.
- Razonar consecuencias observables en la dinámica a partir de las leyes de conservación.
- Saber plantear los problemas en el sistema de coordenadas apropiado.
- Ser capaz de resolver problemas que involucran colisiones de dos cuerpos.
- Ser capaz de resolver problemas de movimiento en campos de fuerzas centrales y saber analizar los distintos tipos de órbitas de una partícula en un campo newtoniano.
- Conocer y saber aplicar el concepto de sección eficaz.
- Entender y saber aplicar las leyes de Newton en sistemas de referencia no inerciales.



- Entender tanto la cinemática como la dinámica del movimiento de un sólido rígido y ser capaz de resolver problemas en este contexto.
- Conocer los principios variacionales de la mecánica y entender los formalismos lagrangiano y hamiltoniano de la mecánica, así como saber plantear y resolver problemas dinámicos con estos métodos.
- Conocer la relación entre simetrías y leyes de conservación, tanto en formalismo Lagrangiano como Hamiltoniano. Ser capaz de encontrar las cantidades conservadas correspondientes en problemas concretos
- Entender la teoría relativista de la mecánica y saber resolver problemas tanto de cinemática como de dinámica relativista. Conocer los fundamentos del formalismo cuadrivectorial
- Conocer el concepto de transformación canónica y saber utilizarlo para resolver problemas.
- Estar familiarizado con el formalismo de Hamilton-Jacobi, así como el de variables de acción-ángulo para resolver problemas dinámicos, y ser capaz de utilizarlos en teoría de perturbaciones
- Conocer el concepto de sistema dinámico y de caos.
- Estar familiarizado con la mecánica de medios continuos, así como conocer y saber aplicar el formalismo Lagrangiano para campos.
- Conocer las ecuaciones de la hidrodinámica tanto para fluidos ideales como para fluidos viscosos.
- Comprender la formación y propagación de ondas en fluidos.
- Conocer las inestabilidades hidrodinámicas más importantes y comprender las nociones fundamentales de la turbulencia.
- Ser capaz de describir y estudiar la transferencia de calor en fluidos.
- Familiarizarse con procesos mecánicos y ondulatorios diversos en el laboratorio.
- Ser capaz de medir e interpretar magnitudes relacionadas con dichos procesos.
- Ser capaz de tratar los datos correspondientes y así obtener información cuantitativa del fenómeno físico involucrado en el experimento



Recomendación 6: El documento de ANECA recoge:

"Criterio 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Se recomienda estimar la dedicación prevista para las actividades formativas propuestas en cada uno de los módulos."

Teniendo en cuenta esta recomendación en el documento .pdf (Memoria_con_recomendaciones) que se adjunta, se han nombrado la tabla que aparece en la página 119 como Tabla MT- Materia Teórica y la que aparece en la página 120 como Tabla de Materia Experimental.

A partir de ellas y en el apartado **5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS - 5.3. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el Plan de Estudios.**, en cada módulo en el apartado de actividades formativas se hace referencia explícita a las mismas (**referencias introducidas en rojo**).

Recomendación 7: El documento de ANECA recoge:

"Se recomienda disponer del régimen de permanencia a aplicar en el nuevo Grado antes del comienzo del mismo"

Se está completamente de acuerdo con ANECA, pero como se indica en el documento página 4: La Universidad de Salamanca está trabajando en la aprobación de unas nuevas normas de permanencia para los nuevos estudios de Grado. De momento lo único oficial es lo que se recoge en el citado párrafo:

"REGIMEN DE PERMANENCIA:

Las normas de permanencia de los estudiantes serán las que fija el Consejo Social de la Universidad de Salamanca. En concreto, en la actualidad esas normas establecen la limitación de convocatorias de exámenes, a un máximo de 6 ordinarias, una primera convocatoria especial (séptima en total) a conceder por el Decano de la Facultad, y una segunda convocatoria especial (octava en total) a conceder por el Rector, tras agotar las cuales el estudiante tendrá que abandonar sus estudios (normas recogidas en el acuerdo del Consejo Social de 30 de septiembre de 1988).

<http://www.usal.es/~gesacad/coordinacion/normativaproce/permanencia.html>

La Universidad de Salamanca está trabajando en la aprobación de unas nuevas normas de permanencia para los nuevos estudios de Grado. Para el Grado en Física se propone que el estudiante debe superar el 60% de los créditos básicos en los dos primeros años de estudio.

No obstante estos requisitos se pueden modificar para atender las cuestiones derivadas de necesidades educativas especiales que puedan presentar algunos estudiantes. La Comisión de



Docencia de la Facultad de Ciencias, a petición de los interesados, será la encargada de analizar las situaciones que se presenten y dictar las resoluciones pertinentes.

Todo ello queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda aprobar la Universidad de Salamanca. "

En espera de su respuesta, reciba un cordial saludo,

Fdo.: Juan Manuel Corchado Rodríguez
Decano de la Facultad de Ciencias



**UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA**

FACULTAD DE CIENCIAS

Plaza de los Caídos s/n - 37008 Salamanca
Teléfono: (34) 923 29 44 52 Fax: (34) 923 29 45 14
Web: <http://ciencias.usal.es>

Memoria para la solicitud de verificación de Títulos Oficiales

**Graduado o Graduada en FÍSICA
por la Universidad de Salamanca
(Rama de Conocimiento: Ciencias)**

**DE ACUERDO AL REAL DECRETO 1393/2007 DE 29 DE OCTUBRE
POR EL QUE SE ESTABLECE LA ORDENACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS OFICIALES,
AL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS UNIVERSITARIOS OFICIALES ELABORADO
POR LA ANECA A REQUERIMIENTO DEL CONSEJO DE UNIVERSIDADES**

**E INCLUYE LAS RECOMENDACIONES RECOGIDAS EN LA PROPUESTA DE INFORME DE ANECA
(EXPEDIENTE Nº: 612/2008)**

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO	3
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. OBJETIVOS	9
4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES	12
5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS	18
6. PERSONAL ACADÉMICO	114
7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS	125
8. RESULTADOS PREVISTOS	129
9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD DEL TÍTULO	131
10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN	134

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. Denominación.

- **Nombre del Título.**

Graduado o Graduada en Física por la Universidad de Salamanca.
(Rama de Conocimiento: Ciencias).

1.2. Universidad solicitante y Centro, Departamento o Instituto responsable del programa

Universidad de Salamanca, Facultad de Ciencias

1.3. Tipo de enseñanza de qué se trata (presencial, semipresencial, a distancia, etc.).

Presencial

1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas (estimación para los primeros 4 años).

Para fijar la cifra, se toman como referencia las estadísticas de estudiantes de nuevo ingreso en los últimos 5 cursos académicos de la titulación vigente (Plan de Estudios 1997)

2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
58	44	33	24	43

Se deduce una media de 42 nuevos estudiantes en primer curso.

Además como un medio de garantizar la adecuación entre las previsiones del Plan de Estudios y su desarrollo en la práctica puede ser aconsejable establecer una estimación en el número máximo de estudiantes de nuevo ingreso en función del personal académico y los recursos materiales disponibles actualmente. Teniendo en cuenta todo ello, se estima este número, en la situación presente, a un valor en torno a 60 plazas. Este número puede variar si se incrementan los recursos humanos y materiales disponibles.

1.5. Número mínimo de créditos de matrícula por estudiante y período lectivo y requisitos de matriculación

- **Número de créditos del título.**

El Plan de Estudios consta de un total de 240 créditos ECTS, distribuidos a lo largo de 4 cursos académicos, a razón de 60 créditos por curso.

En cada crédito ECTS se computan 25 horas de trabajo del estudiante, que comprenden las horas de clases lectivas, teóricas y prácticas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios tutelados, trabajos, prácticas, y las exigidas para la preparación y realización de los exámenes y pruebas de evaluación.

- **Número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo, y en su caso, normas de permanencia.**

El número mínimo de créditos en que deberán matricularse los estudiantes que inicien la titulación se fija a través del Decreto de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, en el que

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

cada año se fijan los precios públicos por estudios universitarios conducentes a la obtención de títulos oficiales y servicios académicos complementarios en las Universidades Públicas de esta comunidad autónoma. En concreto, en la actualidad ese número mínimo se establece en 60 créditos (artículo 5 del Decreto 66/2007 de 5 de Julio de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León).

Para el Grado en Física se propone que el número mínimo de créditos para los estudiantes que se matriculan por primera vez en el Grado en Física pueda ser 30 créditos ECTS, siempre que los estudiantes lo soliciten. La Comisión de Docencia de la Facultad de Ciencias decidirá a qué estudiantes se lo concede según la normativa propia que, al respecto, puedan aprobar los organismos pertinentes (decisión, que se puede fundamentar en criterios tales como nota de acceso, condiciones de trabajo, residencia, etc).

Para los estudiantes que continúen sus estudios, y con el fin de garantizar los resultados previstos en el Plan de Estudios, el número de créditos a matricular es libre con un máximo de 72 créditos ECTS con las limitaciones que imponga la organización docente, en cuanto a horarios y asistencia a clase, y las características propias de algunas asignaturas como las Prácticas Externas y el Trabajo de Fin de Grado.

No obstante estos requisitos se pueden modificar para atender las cuestiones derivadas de necesidades educativas especiales que puedan presentar algunos estudiantes. La Comisión de Docencia de la Facultad de Ciencias, a petición de los interesados, será la encargada de analizar las situaciones que se presenten y dictar las resoluciones pertinentes.

Todo ello queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda aprobar la Junta de Castilla y León y la Universidad de Salamanca.

REGIMEN DE PERMANENCIA:

Las normas de permanencia de los estudiantes serán las que fija el Consejo Social de la Universidad de Salamanca. En concreto, en la actualidad esas normas establecen la limitación de convocatorias de exámenes, a un máximo de 6 ordinarias, una primera convocatoria especial (séptima en total) a conceder por el Decano de la Facultad, y una segunda convocatoria especial (octava en total) a conceder por el Rector, tras agotar las cuales el estudiante tendrá que abandonar sus estudios (normas recogidas en el acuerdo del Consejo Social de 30 de septiembre de 1988).

<http://www.usal.es/~gesacad/coordinacion/normativaproce/permanencia.html>

La Universidad de Salamanca está trabajando en la aprobación de unas nuevas normas de permanencia para los nuevos estudios de Grado. Para el Grado en Física se propone que el estudiante debe superar el 60% de los créditos básicos en los dos primeros años de estudio.

No obstante estos requisitos se pueden modificar para atender las cuestiones derivadas de necesidades educativas especiales que puedan presentar algunos estudiantes. La Comisión de Docencia de la Facultad de Ciencias, a petición de los interesados, será la encargada de analizar las situaciones que se presenten y dictar las resoluciones pertinentes.

Todo ello queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda aprobar la Universidad de Salamanca.

1.6. Resto de información necesaria para la expedición del Suplemento Europeo al Título de acuerdo con la normativa vigente.

El procedimiento para la expedición del Suplemento Europeo al Título se ajustará a lo establecido en el Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto (BOE del 11 de septiembre de 2003). En concreto, en dicho Suplemento se indicará:

- **Rama de conocimiento.**

Ciencias

- **Naturaleza de la institución que ha conferido el título.**

Institución pública

- **Naturaleza del centro universitario en el que el titulado ha finalizado sus estudios.**

Centro propio

- **Profesiones para las que capacita una vez obtenido el título.**

El perfil de egreso del título, en cuanto a competencias profesionales y cualificación profesional, es el de un egresado preparado para el estudio y análisis de los fenómenos físicos y sus leyes, así como para la investigación teórica y experimental y su docencia. La formación de los físicos es especialmente apreciada en campos tan dispares como: Producción de Energía, Desarrollo de Aplicaciones Informática e Industriales, Metrología, Electrónica, Física de Materiales, Nanotecnología, Información Cuántica y Criptografía, Astrofísica y Exploración Espacial, Meteorología, Oceanografía, Óptica, Acústica y Sismología, Telecomunicaciones, Medio Ambiente, Física de las Radiaciones, Física Médica, Reconocimiento de Imágenes, Econofísica, etc. Asimismo, capacita para acceder a la formación en la especialidad de Radiofísica.

Por tanto, los graduados en Física están capacitados para asumir perfiles profesionales tanto académicos como técnicos y sociales y emplearse en ámbitos del mercado laboral muy diversos:

- Docencia universitaria e Investigación.
- Docencia no universitaria.
- Administración Pública (radiofísica, meteorología, estadística, etc).
- Informática y Telecomunicaciones.
- Física de Materiales.
- Energía e Industria.
- Física aplicada a la instrumentación médica.
- Banca, finanzas y seguros.
- Consultorías.

- **Lengua(s) utilizadas a lo largo del proceso formativo.**

Castellano. Todas aquellas actividades formativas que requieran del apoyo de información científica (seminarios, trabajos dirigidos, búsquedas bibliográficas, etc) podrán utilizar el inglés. Determinadas enseñanzas y actividades específicas, y de carácter optativo, podrán ofertarse igualmente en inglés. En particular, se realizará un resumen en inglés del Trabajo Fin de Grado.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.

Tanto como materia científica básica como en sus aspectos aplicados, y dada la extensión de su campo de estudio, la Física ha de considerarse como fundamental en el área de las Ciencias de la Naturaleza y uno de los pilares básicos de la Tecnología. Sus aportaciones han revolucionado nuestra comprensión de la realidad y han cambiado el modo de vida de la humanidad. En los últimos años, además de notables avances científicos, se ha incrementado su aportación a otros campos, desde los ya clásicos como la Ingeniería, la Biología y la Medicina, a los más novedosos como la Economía o las Ciencias Sociales.

La tasa de desempleo de los graduados en Física está entre las más bajas del conjunto de las titulaciones españolas. La formación que reciben produce profesionales versátiles, con gran capacidad de adaptación a diferentes perfiles profesionales y acostumbrados al análisis y modelización de situaciones complejas lo que les dota de una buena capacidad para resolver problemas de diversa índole. Están capacitados para usar procedimientos matemáticos avanzados que frecuentemente requieren el dominio de técnicas informáticas. Esto se refleja en el amplio espectro de empleos al que acceden:

- Docencia universitaria e Investigación.
- Docencia no universitaria.
- Administración Pública (radiofísica, meteorología, estadística, etc).
- Informática y Telecomunicaciones.
- Física de Materiales.
- Energía e Industria.
- Física aplicada a la instrumentación médica.
- Banca, finanzas y seguros.
- Consultorías.

La Física es parte esencial de la formación de científicos e ingenieros. Existe una clara vinculación con las titulaciones de Ingeniería (especialmente las que tienen que ver con Telecomunicaciones, Industriales, Informática, etc), Químicas, Matemáticas y Óptica y Optometría. Existen también relaciones con otras titulaciones como Geología (Geofísica), Biología (Biofísica), Medicina (Física Médica), Ciencias Ambientales y Ciencias y Técnicas Estadísticas. La relación es cada vez mayor con las Ciencias Sociales (sistemas dinámicos, redes) y la Economía (Econofísica). Como consecuencia es previsible una cada vez mayor interacción entre el Grado en Física y estudios de Master y Doctorado en estos campos.

En la Universidad de Salamanca los estudios universitarios de Física comenzaron en el curso 1974-1975 con un primer plan de estudios oficial de Licenciado en Ciencias Físicas que ha evolucionado hasta el de Licenciado en Física actualmente vigente (de 1997). Como se ha expuesto anteriormente el plan actual ha contado con una media sostenible de estudiantes de nuevo ingreso de 42 estudiantes en primer curso (tomando como referencia los últimos 5 cursos académicos) un dato que nos permite asegurar el interés que la titulación sigue teniendo para nuestra Universidad.

2.2. Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas.

El título es la adaptación de la vigente Licenciatura en Física (Plan de Estudios de 1997, que se extinguiría), cuyo interés académico, científico y profesional ha sido analizado y puesto de manifiesto en el “Libro Blanco”

(http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_fisica.pdf)

sobre el “Título de Grado en Física”, publicado en el año 2004, dentro del Programa de Convergencia Europea de la ANECA .

Además hay que tener en cuenta que el citado interés se manifiesta, también y explícitamente, en la regulación de la profesión de físico, para la que capacita el presente título. Dicha regulación, en el momento actual, se encuentra recogida en:

- Ley 2/1974, de 13 de febrero, sobre colegios profesionales.
- Ley 34/1976, de 4 de diciembre, de creación del Colegio Oficial de Físicos.
- Real Decreto 1665/1991, de 25 de octubre, por el que se regula el sistema general de reconocimiento de los títulos de enseñanza superior de los Estados Miembros de la

Comunidad Económica Europea que exigen una formación mínima de tres años de duración.

En lo que respecta a las universidades españolas, la titulación universitaria de Licenciado en Física se imparte actualmente y en su totalidad en 20 de ellas: Autónoma de Madrid, Barcelona, Cantabria, Complutense de Madrid, Córdoba, Extremadura, Granada, Islas Baleares, La Laguna, Murcia, Oviedo, País Vasco, Salamanca, Santiago de Compostela, Sevilla, UNED, Valencia, Valladolid, Vigo y Zaragoza. Con respecto al Grado en Física, objeto de esta Memoria, el título presentado por la Universidad Autónoma de Barcelona ha obtenido un informe de evaluación favorable por parte de la ANECA el presente año 2008 y comienza su impartición en el curso 2008/09.

Existen además titulaciones de Grado en Física en todos los países europeos, cuyos graduados consiguen empleo con facilidad y en los mismos campos que los españoles.

De hecho, el título está relacionado con titulaciones de grado comparables ya reguladas de acuerdo al Espacio Europeo de Educación Superior, cuya estructura varía ligeramente de unos países a otros (a fecha de elaboración del “Libro Blanco”, junio de 2004). Así diversos países Europeos, como por ejemplo Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega o Países Bajos, ya se encontraban plenamente incorporados al Espacio Europeo de Educación Superior, con un título de Grado (Bachelor) de tres años de duración. En Francia el equivalente del Grado será la “Licence” cuya duración será de 180 créditos ECTS y que, por lo tanto, englobará el DEUG (Diplôme d’Etudes Universitaires Générales) de 2 años y la Licence de 1 año del sistema Universitario previo a la convergencia Europea. En Italia el equivalente al Grado en Física es el grado de Laurea, cuya duración es también de 180 créditos ECTS. Diversas universidades italianas, entre las que se encuentran las de Pavía, Lecce, Trento o Módena (todas ellas con convenio Erasmus de intercambio con la actual titulación de Física de la Universidad de Salamanca) ya ofertan su Plan de Estudios de acuerdo con este marco educativo. En Austria los títulos de Física en el nuevo marco educativo podrán ser el Diploma (con 5 años de duración), el Bachelor (3 años) o el Máster (2 años). En Alemania, el Bachelor tiene asignados 3 ó 4 años de estudio y el Máster 1 ó 2. En Portugal, a pesar de que la tendencia en el momento de la publicación del “Libro Blanco” apuntaba a una sistema de dos ciclos con duración de 4+2, la estructura de los estudios desde el curso 2006/2007 es de dos ciclos, el primero de los cuales tiene una duración de 3 años (la Licenciatura o Bsc) y el segundo una duración de 2 años (el Mestrado o Msc). Otros países, como Irlanda, el Reino Unido o Suecia poseen títulos de 3 o 4 años de duración. Finalmente Grecia ha adoptado un sistema en el que la duración del grado es de 4 años.

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del Plan de Estudios.

De acuerdo a los criterios básicos para la puesta en marcha de la Reforma de Títulos de Grado en la Universidad de Salamanca, aprobados por el Consejo de Gobierno el 27 de julio de 2007 (modificados por el documento de “Directrices Generales para la Elaboración de los Títulos de Grado”, aprobado por el Consejo de Gobierno el 4 de abril de 2008 y modificado en el Consejo de Gobierno de 29 de septiembre de 2008), la Junta de la Facultad de Ciencias aprobó (en sus reuniones de los días 7 de septiembre de 2007 y 3 de octubre de 2007) la constitución de la Comisión de Planes de Estudios del Centro, organizada por subcomisiones para cada una de las titulaciones adscritas al Centro, y otra subcomisión para el estudio y la implantación de los créditos básicos en lo que depende del Centro, en las que están representados los agentes internos implicados en el futuro Plan de Estudios: profesores, estudiantes y PAS.

Constituida esta subcomisión para la titulación de Física el 26 de febrero de 2008, el plan de trabajo seguido fue el siguiente:

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- Reuniones semanales de la subcomisión de la titulación, contacto permanente a través de correo electrónico, y creación y actualización continua de un repositorio web (para agilizar el intercambio de documentación), con el objetivo de finalizar el proyecto en el mes de septiembre, para que pueda seguir su tramitación por los cauces establecidos y ser presentado al Consejo de Universidades.
- Siguiendo las directrices de nuestra Universidad, se hizo una propuesta de un Anteproyecto de Enseñanzas de Grado (14 de mayo de 2008), que se presentó ante la “Comisión para la Reforma de los Títulos de Grado” de la Universidad de Salamanca.
- Reunión de los miembros de la subcomisión para la elaboración de los títulos de grado de la Facultad de Ciencias con el Vicerrector de Docencia y Convergencia Europea (10 de junio de 2008), para analizar los argumentos a favor de la implantación de las Enseñanzas de Grado en Física para el curso 2009-2010, entre los que se encuentran:
 - El nuevo grado viene a implantar los planes de mejora de la titulación, elaborados en los procesos de evaluación institucional.
 - Se dispone de profesorado bien preparado y capacitado para llevar a cabo esa implantación.
 - Desde el curso 2006-2007 se cuenta con dos programas de posgrado en Física ambos con mención de calidad: el Programa oficial de posgrado en Física Fundamental y Matemáticas (adscrito al Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas de la Universidad de Salamanca), dentro del que se imparten el Máster en Cosmología y Física de Partículas (<http://www.usal.es/~iuffym/masterCFP/masterCFP.htm>) y el Máster en Métodos Matemáticos Avanzados en Física (<http://www.usal.es/~iuffym/masterMMAF/masterMMAF.htm>) y el Programa oficial de posgrado en Física y Tecnología de los Láseres, que imparte el Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres (<http://garf.fis.usal.es/posgrado/>) estrechamente vinculado al Consorcio de Láseres Pulsados Ultracortos Ultraintensos – CLPU - (infraestructura científico tecnológica singular reconocida por el Ministerio de Ciencia e Innovación de cuyo consorcio es miembro la Universidad de Salamanca). Ambos programas están adaptados al EEES y que conviene enlazar cuanto antes con un grado también adaptado al EEES.
 - Con todo ello, los estudios de Física esperan cumplir las directrices aprobadas por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Salamanca para acudir a la convocatoria de implantación de nuevos planes en el curso 2009-2010
- Aprobación del anteproyecto de Enseñanzas de Grado en Física por la Comisión de Reforma de Títulos de Grado (29 de mayo de 2008), acuerdo que se hizo público a través de una comunicación a los Decanos, Directores de Centro y Directores de Departamento.
- Aprobación de la Memoria Económica de las Enseñanzas de Grado en Física por la Comisión de Adaptación al EEES (19 de junio de 2008).
- Aprobación de la Memoria del Proyecto de Enseñanzas de Grado en Física por la Comisión de Planes de Estudio de la Facultad de Ciencias (3 de septiembre de 2008).
- Presentación de la Memoria del Proyecto de Enseñanzas de Grado en Física a la Comisión de Reforma de Títulos de Grado (3 de septiembre de 2008).
- Difusión a la comunidad universitaria de dicha Memoria iniciándose el plazo de alegaciones avaladas por Departamentos(5 de septiembre de 2008).
- Estudio de estas alegaciones por la Subcomisión del Plan de Estudios de Física (23 de septiembre de 2008).
- Aprobación por la Junta de la Facultad de Ciencias (25 de septiembre de 2008).

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- Paralelamente a estas reuniones de trabajo, la subcomisión realiza contactos con agentes internos:
 - Entrevistas y encuestas a los estudiantes de la actual Licenciatura en Física.
 - Reuniones con profesores de los Departamentos implicados en el actual Plan de Estudios para conocer su valoración del mismo y sus propuestas para el futuro.
 - Reuniones con el Personal de Administración y Servicios con vinculación a la Facultad de Ciencias.
- La subcomisión también mantiene contactos con agentes externos, cuya opinión ha servido para configurar el diseño del Plan de Estudios:
 - “Libro Blanco” sobre el título de Grado en Física, como referencia en el diseño general del Plan de Estudios, y más concretamente, para el diseño de los créditos básicos y obligatorios (los cuales se ajustan a la distribución de contenidos propuesta por dicho “Libro Blanco”). Hay que destacar que uno de los miembros de la subcomisión fue firmante del citado “Libro Blanco”.
 - Contactos mantenidos con la Real Sociedad Española de Física y el Colegio Oficial de Físicos para obtener referencias adicionales para el perfil de egreso.
 - Conferencia de Decanos de Física de las Universidades Españolas, cuyas recomendaciones para la elaboración de los nuevos Grados en Física (reuniones celebradas en Madrid el 12 de diciembre de 2007 y el 14 de mayo de 2008) han sido contempladas en el diseño del Plan de Estudios.
 - Entrevistas con egresados y a la vez empleadores de la actual Licenciatura en Física, que están trabajando y dando empleo en el sector informático, sector financiero, sector consultoría y sector educativo.

3. OBJETIVOS

Las enseñanzas de Grado en Física tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general en Física como disciplina científica, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional, con capacidad para aplicar las destrezas adquiridas en distintos ámbitos, que incluyen tanto la docencia y la investigación de la Física, como sus aplicaciones en la industria, empresa y administración. Asimismo, estas enseñanzas preparan para formaciones más especializadas (Máster).

Por tanto, y como se ha expuesto previamente, el Título de Graduado o Graduada en Física debe proporcionar profesionales versátiles acostumbrados al análisis y la modelización de situaciones complejas y provistos de una alta capacidad para resolver problemas de distinta índole. Debe capacitar para el empleo de técnicas matemáticas avanzadas y su implementación usando tecnologías de la información.

En este sentido, siguiendo la propuesta del “Libro Blanco” de Física se establecen como objetivos generales del Grado en Física:

- El estudiante debe desarrollar la capacidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, lo que le permitirá construir un modelo simplificado que describa con la aproximación necesaria el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución. El físico debe ser capaz también de comprobar la validez del modelo y de introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- El estudiante debe familiarizarse con el trabajo en el laboratorio, la instrumentación y los métodos experimentales más usados. Además debe ser capaz de realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.
- El físico debe ser capaz de evaluar y discernir entre los órdenes de magnitud, así como de desarrollar una clara percepción de situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, lo que permite el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas. Para ello es importante que el estudiante, además de dominar las teorías físicas, adquiera un buen conocimiento y dominio de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

En este sentido, contando con la experiencia formativa y el entorno social de la Universidad de Salamanca, y siguiendo las conclusiones y estudios de los Proyectos Tuning (<http://tuning.unideusto.org/tuningeu>) y EUPEN (<http://www.eupen.ugent.be/>) y el “Libro Blanco” de Física, los perfiles profesionales para los que capacita el Grado en Física son:

- Docencia universitaria e Investigación.
- Docencia no universitaria.
- Administración Pública (radiofísica, meteorología, estadística, etc).
- Informática y Telecomunicaciones.
- Física de Materiales.
- Energía e Industria.
- Física aplicada a la instrumentación médica.
- Banca, finanzas y seguros.
- Consultorías.

• **Diseño de competencias.**

Para establecer las competencias que caracterizan a un Graduado o Graduada en Física se ha tenido en cuenta, en primer lugar, el Marco Europeo de Cualificaciones para la Educación Superior (descriptores de Dublín), a partir del cual se establecen las competencias básicas (CB) que los estudiantes deben adquirir durante sus estudios.

Asimismo, en base a las propuestas de los Proyectos “Tuning” y “EUPEN” y del “Libro Blanco”, se han establecido las competencias generales (CG) y específicas (CE) que adquirirán los estudiantes tras completar el periodo formativo.

Todas estas competencias serán evaluables, exigibles para otorgar el Título y se traducirán en resultados de aprendizaje en todos los módulos del Plan de Estudios para lograr su verificación. Así, el módulo correspondiente al Trabajo Fin de Grado deberá verificar la adquisición por parte del estudiante de algunas de las competencias básicas, generales y específicas anteriormente indicadas: con la realización de este trabajo el estudiante deberá demostrar la adquisición de competencias ligadas a la búsqueda y organización de documentación, y a la presentación de su trabajo de manera adecuada a la audiencia.

Por otro lado, se tendrá en cuenta a los estudiantes y profesores con discapacidad, garantizando el Principio de Igualdad de Oportunidades y Accesibilidad Universal, a través de medidas que garanticen a todos los estudiantes la posibilidad de alcanzar las competencias previstas en ausencia de discriminación, tal como está previsto en:

- Plan Integral de Igualdad entre hombres y mujeres de la Universidad de Salamanca, aprobado por el Consejo de Gobierno de 30 de abril de 2008 (<http://www.usal.es/~igualdad/>)

- Plan de Accesibilidad de la Universidad de Salamanca:
 - Servicio de Asuntos Sociales (<http://www.usal.es/~sas/>)
 - Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (<http://inico.usal.es/>)

3.1. Competencias básicas, generales y específicas.

CB-1: Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de la Física a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de la Física.

CB-2: Saber aplicar los conocimientos físicos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de la Física.

CB-3: Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de la Física, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB-4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.

CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.

CG-1: Desarrollar las *capacidades de análisis y de síntesis* con el objeto de poder abstraer las propiedades estructurales de la realidad física distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder inferirlas, comprobarlas o refutarlas con experimentos u observaciones físicas.

CG-2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.

CG-3: Desarrollar la *capacidad de razonamiento crítico* para poder identificar analogías entre fenómenos físicos diferentes y ser capaz de construir modelos físicos, así como poder detectar errores en razonamientos, aproximaciones o cálculos incorrectos.

CG-4: Ser capaz de *plantear y resolver problemas* físicos obteniendo una descripción no sólo cualitativa sino también cuantitativa y con el grado de precisión que sea requerido del fenómeno físico en cuestión.

CG-5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

CE-1: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellos.

CE-2: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la Física, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por la relevancia esperada en un futuro para la Física y sus aplicaciones, familiaridad con los enfoques que abarcan muchas áreas en Física.

CE-3: Saber formular las relaciones funcionales y cuantitativas de la Física en lenguaje matemático y aplicar dichos conocimientos a la resolución explícita de problemas de particular interés.

CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los ordenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo por lo tanto el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.

CE-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

CE-6: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.

CE-7: Ser capaz de identificar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo del mismo; el graduado debería ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable; pensamiento crítico para construir modelos físicos.

CE-8: Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar mediante medios escritos y orales su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográficos tanto a profesionales como a público en general.

CE-9: Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, además ser capaces de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.

CE-10: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación en Física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes al de la Física, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes.

CE-11: Capacitar para el desarrollo de actividades de promoción y desarrollo de la innovación científica y tecnológica y actividades profesionales en el marco de tecnologías avanzadas.

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación.

• Vías y requisitos de acceso.

Podrán iniciar sus estudios universitarios de Grado en Física aquellas personas que hayan superado los siguientes estudios o pruebas:

- Pruebas de acceso a la Universidad (PAUs)
- Ciclo de formación profesional de grado superior en las familias profesionales de:
 - Electricidad y Electrónica
 - Informática

(Acceso supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda ser aprobada por los organismos pertinentes)

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- Estudios ya extinguidos: COU con anterioridad al curso 1974/75, pruebas de madurez del curso preuniversitario, bachillerato en planes anteriores a 1953.
- Titulados universitarios o equivalentes.
- Prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años

• Perfil de ingreso recomendado.

El Grado en Física está diseñado para acoger a estudiantes con capacidad de análisis y síntesis para poder abstraer las propiedades estructurales de la realidad física, además del imprescindible hábito de trabajo, dedicación al estudio y gusto por la Física.

En consonancia con lo anterior, la titulación está recomendada para personas que, habiendo superado el Bachillerato cursando en sus opciones las materias de Física y Matemáticas II, hayan elegido el Grado en Física en primera o segunda opción al realizar su preinscripción en la Universidad de Salamanca.

• Plan de difusión de la titulación a potenciales estudiantes.

La titulación se difundirá, por una parte, a través de las actividades de orientación organizadas por la Sección de Acceso y Atención al Universitario del Servicio de Gestión Académica de la Universidad de Salamanca:

- Cursos para orientadores.
- Jornadas de puertas abiertas.
- Jornadas de orientación universitaria.
- Plan de captación de alumnos, incluyendo el envío de DVDs y CDs informativos a los centros de enseñanza media.

Además, el Servicio de Orientación Universitaria (SOU) de la Universidad de Salamanca desarrolla actividades de promoción de la oferta de titulaciones, a través de:

- Feria Educativa “AULA”: desde 1996 la Universidad de Salamanca participa en esta feria nacional, a la que acuden más de 150.000 visitantes cada año, en su mayoría estudiantes de bachillerato próximos a iniciar sus estudios universitarios.
- Ferias de captación de estudiantes: la Universidad de Salamanca viene participando en ferias nacionales e internacionales de captación de estudiantes, como las celebradas en Barcelona, Vitoria, Madrid, Lisboa, Oporto y Buenos Aires.
- Programa “Programa tu futuro”: en convenio con la Junta de Castilla y León y la Diputación de Salamanca, la Universidad de Salamanca inició en el año 2005 este programa de visita a los Institutos de la provincia para llevar información específica sobre la universidad a los estudiantes de bachillerato.
- Visitas a centros de bachillerato (a petición de los interesados): en estas visitas se facilita información directa sobre el acceso a la universidad, las titulaciones y los servicios ofertados.

Por su parte la Facultad de Ciencias, en estrecha colaboración con la actual Licenciatura en Física, realiza actividades propias de promoción:

- Participación en los ciclos de “Conferencias de divulgación científica” impartidos a estudiantes de Educación Secundaria. Esta actividad se programa conjuntamente con el Instituto Municipal de Educación del Ayuntamiento de Salamanca y se viene desarrollando anualmente desde el año 2006.
- Plan de difusión específico llevado a cabo el presente curso académico 2007/08 bajo el lema “El Futuro es de la Ciencia”, que ha incluido:

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- Folletos, carteles y un vídeo institucional distribuidos entre los centros de enseñanzas medias y a través de Internet en los que se incluye información sobre las características principales de cada Título, previsiones de inserción laboral, etc.
- Nuevo portal web de presentación de la Facultad de Ciencias y de la titulación (<http://ciencias.usal.es/>).
- Campaña informativa en medios de comunicación.
- Visitas a los centros de enseñanza media para presentar la titulación.

Además la Facultad de Ciencias ha colaborado en el programa piloto “Jóvenes con la cultura, la Ciencia y la investigación” de la Junta de Castilla y León y la Fundación Universidades de Castilla y León que permite que los jóvenes con mejores expedientes de algunos centros de Bachillerato de Salamanca hayan disfrutado durante el verano de 2008 de la oportunidad de tener su primer contacto con la investigación que se realiza en las universidades de Castilla y León.

• Información sobre el proceso de matriculación.

La Sección de Acceso y Atención al Universitario del Servicio de Gestión Académica de la Universidad de Salamanca facilita información sobre el proceso de matriculación a través de la página web.

También en las Conserjerías y Secretarías de cada centro se dispone de información por escrito sobre los trámites de matrícula, de manera que el estudiante dispone, antes del comienzo del curso, de información suficiente como para poder planificar su proceso de aprendizaje (guías docentes de las asignaturas, horarios, calendario de exámenes, etc.). Además durante el periodo de matriculación los Centros disponen de estudiantes tutores (bajo la figura de becarios de colaboración con los servicios de la Universidad), vinculados a cada una de las titulaciones, que facilitan a los estudiantes de nuevo ingreso información individualizada para la cumplimentación personal de los impresos de matrícula.

Asimismo, durante el periodo de matrícula se pueden proponer profesores tutores que atenderán a los estudiantes para orientarles en la elección de materias.

• Plan de acogida de los estudiantes de nuevo ingreso.

Al comienzo de cada curso académico la Universidad de Salamanca pone en marcha un Plan de Acogida para todos sus estudiantes de nuevo ingreso, en el que se incluye con carácter general:

- Distribución de una Guía de Acogida: en ella se recoge información práctica sobre la Universidad de Salamanca para los estudiantes que ingresan en ella, abarcando desde el catálogo de estudios que se imparten hasta otros aspectos relacionados con la vida, usos y costumbres en las ciudades donde están implantados los campus (Ávila, Béjar, Salamanca y Zamora).
- Celebración de una Feria de Acogida: organizada desde el Vicerrectorado de Estudiantes e Inserción Profesional, con el apoyo del Servicio de Orientación Universitaria (SOU), incluye actividades de presentación tanto de la Universidad y sus servicios a la comunidad universitaria como de instituciones públicas y empresas vinculadas a la vida universitaria.
- Edición de trípticos de las titulaciones: se recoge información sobre las características principales de cada Plan de Estudios, los requisitos de acceso, las principales materias, la duración y créditos de los estudios, y las previsiones de inserción laboral (tiempo para encontrar empleo una vez obtenida la titulación y salario estimado).

Además, en la Facultad de Ciencias, se organizan actividades de acogida para los estudiantes de nuevo ingreso en cada una de sus diversas titulaciones. Estas actividades de acogida tienen el objetivo fundamental de facilitar la transición entre la enseñanza secundaria y la universitaria, disminuir el impacto que sufren los estudiantes de nuevo ingreso en su acceso a la Universidad y mejorar su rendimiento.

- Jornada de acogida con presentación y visita a las instalaciones tanto de la Facultad como de la titulación.
- Extensión de la jornada de acogida durante la primera semana del curso, con sesiones monográficas de los diferentes servicios a disposición del estudiante: uso de la biblioteca, aula de informática, acceso wi-fi, gestión administrativa, etc.

4.2. En su caso, siempre autorizadas por la administración competente, indicar las condiciones o pruebas de acceso especiales.

En la actualidad no existe ninguna prueba específica para el acceso al Grado en Física.

4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados.

Además de los servicios que la Universidad de Salamanca ofrece para facilitar la calidad de vida de la comunidad universitaria (comedores y residencias, actividades deportivas, actividades culturales), los estudiantes disponen de servicios de apoyo específico.

En particular, los estudiantes de Grado en Física recibirán orientación a través del Servicio de Orientación al Universitario (SOU), en el que se ofrece de forma gratuita información, orientación y asesoramiento en diferentes campos y materias:

- Información general y autoconsulta.
- Asesoramiento para el empleo.
- Orientación psicopedagógica y técnicas de estudio.
- Búsqueda de alojamiento.
- Oficina del estudiante para consultas legales.
- Biblioteca de ocio, tiempo libre, viajes y cultura.
- Intercambios lingüísticos.
- Asesoramiento sobre normativa universitaria.
- Cursos extraordinarios sobre estas temáticas.

Más específicamente, desde la Unidad Psicopedagógica del SOU se ofrece la posibilidad de realizar un seguimiento personal de todos aquellos estudiantes que así lo soliciten, ofertando cursos extraordinarios sobre pedagogía del estudio (aprender a estudiar, a saber y a conocer, estrategias para mejorar el estudio, preparar exámenes, etc.).

Por su parte la Facultad de Ciencias puede proponer para sus programas formativos, en particular para el Grado en Física, un programa de “tutorías activas” dentro del cual cada estudiante tendrá a su disposición un profesor-tutor que, mediante entrevistas individuales, le asesorará particularmente en la organización de su curriculum (créditos a matricular; elección coherente de optativas, prácticas externas, trabajo de Fin de Grado, etc.).

En cuanto a orientación para el empleo, el mismo Servicio de Orientación al Universitario (SOU) dispone de una Unidad de Empleo, dónde se facilita al estudiante y al titulado universitario la conexión entre la universidad y el mercado laboral, asesorando en la búsqueda de empleo y mostrando las competencias en el mercado laboral actual. Sus objetivos son:

- Servir como intermediador laboral entre la Universidad de Salamanca y el mercado laboral.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- Asesorar y orientar al universitario sobre sus salidas profesionales e implicación activa en la búsqueda de empleo.
- Formar en estrategias relacionadas con la búsqueda activa de empleo.
- Sensibilizar y motivar a la comunidad universitaria sobre el autoempleo, como medio alternativo de inserción profesional.
- Acercar el mercado laboral al estudiante y titulado universitario.

Desde esta Unidad se mantiene abierta una “Bolsa de Empleo” para los universitarios y graduados, además de realizar periódicamente cursos sobre:

- Técnicas de búsqueda de empleo.
- Autoempleo.
- Entrenamiento en competencias profesionales.

En esta misma línea, y con carácter general abierto a toda la Universidad, el SOU organiza anualmente un Salón de Orientación Profesional, en el que se incluye:

- Feria de empleo.
- Presentaciones de empresas.
- Talleres prácticos (entrevistas de trabajo, dinámicas de grupo).
- Pruebas de selección profesional.
- Mesas redondas.

En lo que respecta a la integración social, los estudiantes de la Universidad de Salamanca, y en particular los de Grado en Física, recibirán apoyo a través del Servicio de Asunto Sociales (SAS), dedicado a garantizar la igualdad de oportunidades y la integración social en el ámbito universitario y social a través de la sensibilización, asesoramiento y atención a la Comunidad Universitaria en materia social, discapacidad, diversidad y desarrollo social.

Más en concreto, desde el SAS ofrece a estudiantes, profesores y personal de administración y servicios:

- Resolver las demandas sociales a la Comunidad Universitaria.
- Planificar y Programar en materia de necesidad de apoyos sociales.
- Valorar y resolver las necesidades de los universitarios discapacitados.
- Potenciar el Voluntariado a través de la VOLUSAL (Asociación de voluntarios de la USAL).
- Formar e investigar.

En particular, desde el SAS se facilita formación en “Accesibilidad Universal” y “Habilidades Prácticas en Discapacidad”, donde se incluyen estrategias para la atención a los estudiantes con discapacidad, sistemas alternativos de comunicación, accesibilidad y lengua de signos

4.4. Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la universidad de acuerdo con el artículo 13 del Real Decreto 1393/2007.

La organización de las enseñanzas de Grado tiene entre sus objetivos (RD1393/2007) “fomentar la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa como con otras partes del mundo, y sobre todo la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de la misma universidad. En este contexto resulta imprescindible apostar por un sistema de reconocimiento y acumulación de créditos, en el que los créditos cursados en otra universidad serán reconocidos e incorporados al expediente del estudiante”.

Con este objetivo se plantea que cada universidad debe disponer de un sistema de transferencia y reconocimiento de créditos compatible con lo establecido en la citada norma, entendiendo como:

- Reconocimiento: aceptación por una universidad de los créditos que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales en la misma u otra universidad, son

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

computados en otras distintas a efectos de la obtención de un título oficial.

- Transferencia: inclusión en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, de la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención del título oficial.

Para cumplir con esta normativa, la Universidad de Salamanca organiza su Sistema de Transferencia y Reconocimiento de Créditos en base a los siguientes elementos:

- En cada centro, en particular en la Facultad de Ciencias, se constituye una Comisión de Transferencia y Reconocimiento de Créditos (COTRAREC), compuesta por el coordinador de los Programas de Movilidad y por profesores en un número que garantice la representación de todas la titulaciones que se imparten en el Centro, un representante de los estudiantes y un miembro del personal de administración y servicios (PAS), que actuará como secretario. Sus miembros se renovarán periódicamente. El representante de los estudiantes se renovará anualmente.
- La COTRAREC deberán reunirse al menos una vez cada curso académico, celebrando cuantas reuniones adicionales se consideren necesarias. Cuando se analicen los supuestos de reconocimientos de créditos deberá tenerse en cuenta lo siguiente:
 - Para acceder al “Título de Graduado o Graduada en Física”, perteneciente a la rama de conocimiento “Ciencias”, serán objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a materias de formación básica de dicha rama.
 - Serán también objeto de reconocimiento los créditos obtenidos en aquellas otras materias de formación básica pertenecientes a la rama de conocimiento “Ciencias” del título al que se pretende acceder, “Graduado o Graduada en Física”.
 - Además y de acuerdo con el artículo 46.2.i) de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades, los estudiantes podrán obtener reconocimiento académico en créditos por la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación hasta un máximo de 6 créditos del total del plan de estudios. Estas actividades se reconocerán por créditos optativos del plan de estudios de la titulación de “Graduado o Graduada en Física”.
 - El resto de créditos podrán ser reconocidos teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las restantes materias cursadas por el estudiante y los previstos en el Plan de Estudios de “Grado en Física” o bien que tengan carácter transversal. Por lo tanto, la similitud de contenido no debe ser el único criterio o el más relevante a tener en cuenta en el procedimiento de reconocimiento de créditos.
- La Universidad de Salamanca creará las condiciones para que los procedimientos de transferencia y reconocimiento de créditos sean conocidos por todos los estudiantes desde el mismo momento en el que inician sus estudios en cualquiera de sus centros.
- La Universidad de Salamanca, creará las condiciones necesarias para que en las COTRAREC se empleen criterios que sean compatibles con la importancia que deben tener los resultados del aprendizaje y las competencias a adquirir por los estudiantes. Con este fin se propiciará que formen parte de las COTRAREC fundamentalmente personas que acrediten una formación adecuada en todo lo relativo al Espacio Europeo de Educación Superior y, sobre todo, a la aplicación del crédito ECTS como instrumento para incrementar la movilidad tanto internacional como dentro de España o de la misma universidad.

- El Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea en Coordinación con la Unidad de Evaluación de la Calidad realizará un informe anual sobre el funcionamiento de las COTRAREC y sobre sus posibles mejoras. Asimismo, se garantizarán los medios para que haya una suficiente coordinación entre las COTRAREC de los distintos centros de la Universidad de Salamanca con el fin de que se garantice la aplicación de criterios uniformes.

5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS

5.1. Estructura de las enseñanzas:

- Distribución del Plan de Estudios en créditos ECTS, por tipo de materia.

Tipo de Materia	Créditos ECTS
Formación básica	60
Obligatorias	150
Optativas	24
Prácticas externas	(*)
Trabajo Fin de Grado	6
TOTAL	240

(*) Las prácticas externas se incluyen como créditos optativos con un mínimo de 4.5 y un máximo de 24 créditos ECTS.

EXPLICACIÓN GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.

El presente Grado en Física estructura la formación en módulos que se organizan sobre materias y asignaturas. Las asignaturas serán equivalente a las materias salvo en el caso de asignaturas de formación básica que se han agrupado en materias con la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica. Las asignaturas son cuatrimestrales, mayoritariamente de 6 créditos ECTS, aunque también se incluyen un número reducido de asignaturas de 4,5 y de 3 créditos ECTS. Estas últimas se refieren a asignaturas de carácter eminentemente experimental. Los estudiantes, de manera general, deberán cursar el número necesario de asignaturas cuatrimestrales para completar, en todos los casos, 30 créditos por cuatrimestre y así alcanzar los 60 créditos por año y un total de 240 créditos en cuatro años.

El conjunto de asignaturas que compone el Plan de Estudios se agrupan en módulos, entendidos como bloques temáticos de materias afines, bien respecto a sus contenidos o bien respecto a las competencias que adquieren los estudiantes cuando los superan.

En cuanto a su distribución temporal, en el primer y segundo cuatrimestres (por tanto en el 1^{er} curso) se sitúan las asignaturas de formación básica, con un total de 60 créditos (5 asignaturas cuatrimestrales x 6 créditos x 2 cuatrimestres), vinculados a materias básicas de las ramas de Ciencias y de Ingeniería y Arquitectura (30 de Física, 24 de Matemáticas, y 6 de Informática).

En el tercer, cuarto, quinto, sexto y séptimo cuatrimestres (2^o, 3^o y primer cuatrimestre de 4^o

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

curso) se sitúan las asignaturas obligatorias, con un total de 150 créditos (17 asignaturas de 6 créditos, 6 asignaturas de 4.5 y 7 asignaturas de 3 créditos).

En el octavo cuatrimestre (segundo cuatrimestre de 4º curso) se sitúan las asignaturas optativas, de las cuales el estudiante debe superar un total de 24 créditos a elegir sobre una oferta de 72 créditos en asignaturas académicas regladas (3 asignaturas de 6 créditos y 12 asignaturas de 4.5 créditos) y hasta 24 créditos en prácticas externas.

Para finalizar, en el segundo cuatrimestre de 4º curso los estudiantes deben superar un Trabajo Fin de Grado de 6 créditos.

Primer curso	Segundo curso	Tercer curso	Cuarto curso
Primer cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 5 asignaturas básicas (1 experimental 4 teóricas)	Primer cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 6 asignaturas obligatorias (2 experimentales 4 teóricas)	Primer cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 6 asignaturas obligatorias (2 experimentales 4 teóricas)	Primer cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 6 asignaturas obligatorias (2 experimentales 4 teóricas)
Segundo cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 5 asignaturas básicas (1 experimental 4 teóricas)	Segundo cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 6 asignaturas obligatorias (2 experimentales 4 teóricas)	Segundo cuatrimestre 30 créditos ECTS cursando 6 asignaturas obligatorias (1 experimental 5 teóricas)	Segundo cuatrimestre 24 créditos ECTS cursando un máximo de 5 asignaturas optativas y Prácticas externas optativas (hasta 24 créditos ECTS) + Trabajo Fin de Grado (6 créditos ECTS)

Para la organización docente de las asignaturas, considerando las 25 horas de trabajo del estudiante que se contabilizan por cada crédito ECTS y dividiendo de manera genérica las asignaturas en unas con carácter experimental (que incluyen las desarrolladas en laboratorios o mayoritariamente en aulas de informática) y otras con carácter no experimental (teórico), se pueden hacer las siguientes consideraciones generales:

i) Para las primeras se contabilizan un máximo de 10 horas de experimentación en el laboratorio por cada crédito ECTS. De este modo cada asignatura cuatrimestral, que posee de manera general 3, 4.5 ó 6 créditos, supone un máximo de 2, 3 ó 4 horas de clase lectiva semanal (por asignatura en un cuatrimestre) que estarán distribuidas a lo largo de 15 semanas lectivas.

ii) Para las segundas se contabilizan un máximo de 7,5 horas de clase lectiva (teoría y resolución de problemas) por cada crédito ECTS. De este modo cada asignatura cuatrimestral, que posee un total de 4.5 ó 6 créditos, supone un máximo de 3 horas de clase lectiva semanal por asignatura en un cuatrimestre que estarán distribuidas a lo largo de 15 semanas lectivas.

De este modo y de manera general, el estudiante tendrá a la semana un máximo de 17 horas de clases lectivas que pueden situarse preferentemente en horario de mañana dada la disponibilidad existente de aulas, laboratorios de prácticas y aulas de informática. Con los medios actuales incluso se podría conseguir que también se sitúen en horario de mañana otras actividades de interacción entre estudiante y profesor, como exposición de trabajos, seminarios tutoriales, etc.

Esta distribución horaria es válida para todos los cuatrimestres del Grado salvo para el último, esto es, el segundo cuatrimestre de 4º curso, pues se tiene una oferta de 72 créditos ECTS (de los

cuales el alumno tiene que elegir 24 créditos ECTS). El carácter de estas asignaturas es, mayoritariamente, no experimental lo que implica que el estudiante tiene, en general, 12 horas lectivas a la semana pero que se tienen que distribuir 540 horas lectivas (72 créditos x 7.5 horas/crédito) en 15 semanas, esto es 36 horas por semana de clases lectivas. A estas habría que sumar otras 10 horas de otras actividades de interacción estudiante-profesor, las dedicadas a exposición de trabajos, seminarios tutelados, etc. Hay que destacar que utilizando un extenso horario de mañana y de tarde (de 8 a 13 horas y de 16 a 20 horas) todas las asignaturas optativas se pueden llegar a distribuir sin que exista solapamiento entre ellas. No obstante, para estas asignaturas optativas y al tratarse de materias más especializadas, es posible aumentar el trabajo personal del estudiante y disminuir el peso de las clases lectivas en algunas de ellas, o incluso contemplar la posibilidad de algún solapamiento entre las materias más heterogéneas lo que conllevaría a una distribución horaria más reducida.

Como consideración general al Plan de Estudios y con el objeto de favorecer el seguimiento de las asignaturas por parte de los estudiantes, se procurará paulatinamente (especialmente en el caso de asignaturas básicas y obligatorias) ajustar su desarrollo a una programación semanal que el profesorado hará pública al comienzo del cuatrimestre.

Para la elección de asignaturas optativas se podrá recomendar al estudiante seguir las indicaciones de su profesor tutor (dentro del programa de “tutorías activas” de la Facultad de Ciencias).

• Descripción general de los módulos de que consta el Plan de Estudios.

Los módulos en los que se estructura el Plan de Estudios agrupan, de manera general, a asignaturas afines en contenidos. Se hace constar explícitamente, que en todos los módulos, las asignaturas serán equivalente a las materias salvo en el caso de asignaturas de formación básica que se han agrupado en materias con la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica. Por lo tanto los módulos pueden incluir asignaturas básicas y obligatorias (con las que los estudiantes pueden adquirir las competencias básicas, obligatorias y las primeras competencias específicas de la titulación) así como asignaturas optativas, con las que los estudiantes completan sus competencias, fundamentalmente, específicas. Finalmente, el Trabajo Fin de Grado permite completar la adquisición de todas las competencias previstas en el Título.

La denominación de los módulos mantiene de manera general la estructura y denominación del “Libro Blanco” de Física, para dar coherencia formativa al Plan de Estudios, facilitando y promoviendo la movilidad de los estudiantes.

Esto sucede explícitamente para los módulos de Fundamentos de Física, Mecánica, Electromagnetismo, Óptica, Termodinámica y Física Estadística, Física Cuántica y Métodos Matemáticos de la Física. Con respecto al módulo de Fundamentos de Física, planificado en el primer curso, se pretende que los estudiantes maduren y homogeneicen los conocimientos que deberían poseer del bachillerato. Además se ha incluido una **asignatura** denominada Laboratorio de Física que debe ser un punto de atracción para nuestros futuros estudiantes del Grado y de motivación para los alumnos que estén cursando esta titulación.

El módulo que el “Libro Blanco” denomina Física Computacional se ha preferido denominar Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física aunque permita adquirir las destrezas prácticas esenciales que se incluyen en dicho módulo en el “Libro Blanco”.

El módulo de Estructura de la Materia que contiene los submódulos: Física del Estado Sólido y Electrónica Física, Física Nuclear y de Partículas, y Astrofísica y Cosmología y que se incluye en el “Libro Blanco”, da lugar en el presente Plan de Estudios a módulos individuales con mayor afinidad en contenidos y que permiten adquirir competencias específicas análogas. Así se tienen los módulos de: Física del Estado Sólido, Electrónica Física, Física Nuclear y de Partículas, y Gravitación y Cosmología, respectivamente.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Los objetivos y destrezas que se recogen en el módulo de Técnicas experimentales que incluye el “Libro Blanco” los estudiantes los adquieren en el presente Plan de Estudios al superar cada una de las asignaturas de Laboratorio (de: Mecánica y Ondas, Electromagnetismo, Óptica, Termodinámica, Física Cuántica y Electrónica) junto con la asignatura de Instrumentación Electrónica. Estas asignaturas están incluidas en los módulos respectivos que contienen las asignaturas afines en contenidos.

Con respecto a las asignaturas optativas, que se ofertan en el presente Plan de Estudios, una gran parte de estas materias se incluyen, de manera análoga a lo expuesto en el párrafo precedente, en los módulos que contienen las respectivas asignaturas afines en contenidos. No obstante para el resto de las asignaturas optativas que se ofertan, dada la formación específica que confieren y la dificultad que existe en muchos casos para incluirlas en alguno de los módulos ya descritos, ha parecido más correcto agruparlas en dos módulos adicionales: Física de la Atmósfera y Física de Comunicaciones. Además hay que considerar que algunos o todos los créditos optativos que se ofertan mediante asignaturas académicas regladas pueden ser obtenidos por los estudiantes a partir de la realización de Prácticas Externas que se incluyen en el Plan de Estudios como créditos optativos. En todo caso, la estructura y distribución temporal de la oferta de las materias optativas garantiza que las competencias previstas sean adquiridas por todos los estudiantes, cualquiera que sea su elección.

Finalmente el Plan de Estudios finaliza con el Trabajo de Fin de Grado con el que se completan las competencias previstas en el Título.

En el siguiente cuadro se recogen los módulos, con las asignaturas que componen cada uno, el número de créditos y el carácter de cada asignatura.

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CRÉDITOS ECTS	CARACTER
Fundamentos de Física (30 créditos ECTS)	Física	Física I	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Física II	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Física III	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Física IV	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
		Laboratorio de Física	6	Básica (Física, Rama: Ciencias)
Métodos Matemáticos de la Física (36 créditos ECTS)	Matemáticas	Análisis Matemático I	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
		Análisis Matemático II	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
		Álgebra Lineal y Geometría I	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
		Álgebra Lineal y Geometría II	6	Básica (Matemáticas, Rama: Ciencias)
	Ecuaciones Diferenciales	Ecuaciones Diferenciales	6	Obligatoria
	Variable Compleja	Variable Compleja	6	Obligatoria
Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física (16.5 créditos ECTS)	Informática	Técnicas Informáticas en Física	6	Básica (Informática, Rama: Ingeniería y Arquitectura)
	Métodos Numéricos	Métodos Numéricos	6	Obligatoria
	Física Computacional	Física Computacional	4.5	Obligatoria

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

MÓDULO	MATERIA ≅ ASIGNATURA	CRÉDITOS ECTS	CARACTER
Mecánica (24 créditos ECTS)	Mecánica I	6	Obligatoria
	Mecánica II	6	Obligatoria
	Laboratorio de Mecánica y Ondas	3	Obligatoria
	Mecánica Teórica	4.5	Obligatoria
	Física de Fluidos	4.5	Obligatoria
Electromagnetismo (19.5 créditos ECTS)	Electromagnetismo I	6	Obligatoria
	Electromagnetismo II	6	Obligatoria
	Laboratorio de Electromagnetismo	3	Obligatoria
	Electrodinámica Clásica	4.5	Obligatoria
Óptica (19.5 créditos ECTS)	Óptica I	6	Obligatoria
	Óptica II	6	Obligatoria
	Laboratorio de Óptica	3	Obligatoria
	Óptica coherente	4.5	Optativa
Termodinámica y Física Estadística (28.5 créditos ECTS)	Termodinámica I	6	Obligatoria
	Termodinámica II	6	Obligatoria
	Laboratorio de Termodinámica	3	Obligatoria
	Física Estadística	4.5	Obligatoria
	Física Estadística Avanzada	4.5	Optativa
	Física de Convertidores Energéticos	4.5	Optativa
Física Cuántica (25.5 créditos ECTS)	Física Cuántica I	6	Obligatoria
	Física Cuántica II	6	Obligatoria
	Laboratorio de Física Cuántica	3	Obligatoria
	Mecánica Cuántica	6	Obligatoria
	Mecánica Cuántica Avanzada	4.5	Optativa
Física del Estado Sólido (10.5 créditos ECTS)	Física del Estado Sólido I	6	Obligatoria
	Física del Estado Sólido II	4.5	Optativa
Electrónica Física (12 créditos ECTS)	Instrumentación Electrónica	3	Obligatoria
	Electrónica Física	6	Obligatoria
	Laboratorio de Electrónica	3	Obligatoria
Física Nuclear y de Partículas (16.5 créditos ECTS)	Física Nuclear y de Partículas	6	Obligatoria
	Laboratorio de Física Nuclear	4.5	Optativa
	Física de Partículas	6	Optativa
Gravitación y Cosmología (9 créditos ECTS)	Astrofísica y Cosmología	4.5	Obligatoria
	Gravitación	4.5	Optativa
Física de la Atmósfera (10.5 créditos ECTS)	Meteorología	6	Optativa
	Física del Clima	4.5	Optativa
Física de Comunicaciones (24 créditos ECTS)	Electrónica de Comunicaciones	6	Optativa
	Sistemas Electrónicos Digitales	4.5	Optativa
	Radiación y Propagación Electromagnéticas	4.5	Optativa
	Ondas Electromagnéticas Guiadas	4.5	Optativa
	Fotónica	4.5	Optativa
Prácticas Externas	Prácticas Externas	4.5-24	Optativa
Trabajo Fin de Grado	Trabajo Fin de Grado	6	Obligatoria

• **Secuenciación temporal.**

El Plan de Estudios recoge en el 1^{er} curso todas las **asignaturas** básicas previstas en la titulación con el objeto de facilitar la movilidad de los estudiantes. Conviene señalar que en este 1^{er} curso las asignaturas denominadas Física I y II se imparten simultáneamente en el tiempo, al igual que sucede con las denominadas Física III y IV. Esta simultaneidad no dificulta la adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje por parte de los estudiantes al cursar cada una de ellas, pues los contenidos que incluyen las respectivas asignaturas en cada uno de los casos citados se pueden cursar de manera independiente. Hecho que se detecta claramente al analizar los contenidos de dichas materias (Física I: Mecánica y Física II: Termodinámica; Física III: Electromagnetismo y Física IV: Óptica y Física Moderna) y que están expuestos de forma más amplia en páginas posteriores de este documento.

A continuación, concretamente durante los cursos de 2^o, 3^o y el primer cuatrimestre de 4^o, se contemplan las asignaturas obligatorias que deben ser cursadas por todos los estudiantes para la adquisición de la mayor parte de sus competencias básicas, generales y específicas.

En el segundo cuatrimestre del 4^o curso los estudiantes encontrarán las materias optativas, que les permitirán completar las competencias adquiridas con asignaturas más especializadas, garantizando en cualquier caso la adquisición por todos los estudiantes de todas las competencias previstas en el Título.

La secuencia finaliza con el Trabajo Fin de Grado (en el cuarto curso, segundo cuatrimestre), con el que se completan las competencias previstas en el Título. Una descripción más detallada del mismo se encuentra en el módulo correspondiente incluido en el apartado 5.3.

Esta planificación temporal tiene en cuenta que el Plan de Estudios que se presenta se basa en un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las distintas asignaturas que lo componen. Así se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas que integran los distintos módulos (y que pueden estar emplazadas en diferentes cursos y cuatrimestres). También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente. Estos mecanismos de coordinación (elaboración en equipo de los programas, reuniones periódicas, etc) se recogen de manera más detallada, y para cada uno de los módulos, en el apartado 5.3 de la presente Memoria.

A continuación se presentan los cuadros con la distribución temporal de las asignaturas:

Asignaturas BÁSICAS	Créditos ECTS	Curso	Cuatrimestre
Física I (rama Ciencias)	6	1 ^o	1 ^o
Física II (rama Ciencias)	6	1 ^o	1 ^o
Análisis Matemático I (rama Ciencias)	6	1 ^o	1 ^o
Álgebra Lineal y Geometría I (rama Ciencias)	6	1 ^o	1 ^o
Técnicas Informáticas en Física (rama Ingeniería y Arquitectura)	6	1 ^o	1 ^o
Física III (rama Ciencias)	6	1 ^o	2 ^o
Física IV (rama Ciencias)	6	1 ^o	2 ^o
Análisis Matemático II (rama Ciencias)	6	1 ^o	2 ^o
Álgebra Lineal y Geometría II (rama Ciencias)	6	1 ^o	2 ^o
Laboratorio de Física (rama Ciencias)	6	1 ^o	2 ^o
TOTAL:	60		

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Asignaturas (materias) OBLIGATORIAS	Créditos ECTS	Curso	Cuatrimestre
Mecánica I	6	2º	1º
Electromagnetismo I	6	2º	1º
Termodinámica I	6	2º	1º
Ecuaciones Diferenciales	6	2º	1º
Laboratorio de Mecánica y Ondas	3	2º	1º
Instrumentación Electrónica	3	2º	1º
Mecánica II	6	2º	2º
Electromagnetismo II	6	2º	2º
Termodinámica II	6	2º	2º
Variable Compleja	6	2º	2º
Laboratorio de Electromagnetismo	3	2º	2º
Laboratorio de Termodinámica	3	2º	2º
TOTAL:	60		

Asignaturas (materias) OBLIGATORIAS	Créditos ECTS	Curso	Cuatrimestre
Física Cuántica I	6	3º	1º
Óptica I	6	3º	1º
Mecánica Teórica	4.5	3º	1º
Electrodinámica Clásica	4.5	3º	1º
Métodos Numéricos	6	3º	1º
Laboratorio de Óptica	3	3º	1º
Física Cuántica II	6	3º	2º
Óptica II	6	3º	2º
Física del Estado Sólido I	6	3º	2º
Física Estadística	4.5	3º	2º
Astrofísica y Cosmología	4.5	3º	2º
Laboratorio de Física Cuántica	3	3º	2º
TOTAL:	60		

Asignaturas (materias) OBLIGATORIAS	Créditos ECTS	Curso	Cuatrimestre
Física Nuclear y de Partículas	6	4º	1º
Mecánica Cuántica	6	4º	1º
Electrónica Física	6	4º	1º
Física de Fluidos	4.5	4º	1º
Física Computacional	4.5	4º	1º
Laboratorio de Electrónica	3	4º	1º
TOTAL:	30		

Oferta de asignaturas (materias) OPTATIVAS en 4º curso. Completar 24 créditos	Créditos ECTS	Curso	Cuatrimestre
Electrónica de Comunicaciones	6	4º	2º
Física de Partículas	6	4º	2º

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Meteorología	6	4º	2º
Física de Convertidores Energéticos	4.5	4º	2º
Física del Clima	4.5	4º	2º
Física del Estado Sólido II	4.5	4º	2º
Física Estadística Avanzada	4.5	4º	2º
Fotónica	4.5	4º	2º
Gravitación	4.5	4º	2º
Laboratorio de Física Nuclear	4.5	4º	2º
Mecánica Cuántica Avanzada	4.5	4º	2º
Óptica coherente	4.5	4º	2º
Ondas Electromagnéticas Guiadas	4.5	4º	2º
Radiación y Propagación Electromagnéticas	4.5	4º	2º
Sistema Electrónicos Digitales	4.5	4º	2º
Prácticas Externas	4.5 a 24	4º	2º
TOTAL:	Oferta 72 +(4.5 a 24) (elegir un máximo de 24)		

TRABAJO FIN DE GRADO	Créditos ECTS	Curso	Cuatrimestre
Trabajo Fin de Grado	6	4º	2º
TOTAL:	6		

• Relación de los módulos con la adquisición de competencias

Las competencias básicas (CB), generales (CG) y específicas (CE) previstas para el Título de Graduado o Graduada en Física por la Universidad de Salamanca se irán adquiriendo por los estudiantes a medida que vayan avanzando en su Plan de Estudios, traducidas en resultados de aprendizaje concretos que se especifican en la ficha descriptiva de cada uno de los módulos. Se especificará, tanto en las competencias como en los resultados de aprendizaje, aquellos que se adquieren al superar **asignaturas** obligatorias y básicas de los que se obtienen a partir de materias optativas. Así se pueden distinguir cuatro tipos de módulos: i) módulos de materias básicas y obligatorias, aquellos compuestos íntegramente por materias básicas y obligatorias; ii) módulos mixtos, aquellos compuestos por materias obligatorias y optativas; iii) módulos de materias optativas, aquellos compuestos íntegramente por materias optativas y iv) módulo Trabajo Fin de Grado.

La asociación de las competencias del Título a adquirir por el estudiante al cursar cada uno de los módulos tiene en cuenta el carácter de cada competencia. Así, ciertas competencias básicas, generales y específicas deben obtenerse con todos los módulos a partir de las materias obligatorias y básicas, mientras que otras competencias se corresponden con el módulo obligatorio con el que los estudiantes finalizan su formación (Trabajo Fin de Grado). Algunas competencias que se adquieren con las **asignaturas** básicas y obligatorias, también aparecen en las **asignaturas** optativas aunque estas últimas llevan además implícita una especialización por los resultados de aprendizaje que proporcionan. Se garantiza en el diseño la adquisición por todos los estudiantes de todas las competencias previstas en el Título.

En todos los casos, la caracterización distintiva de las competencias de cada módulo se sitúa en los resultados de aprendizaje en que se traducen esas competencias en un módulo concreto.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

MÓDULOS DE MATERIAS BÁSICAS Y OBLIGATORIAS	COMPETENCIAS ASOCIADAS
Fundamentos de Física	<p>Básicas:</p> <p>CB-1: Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de la Física a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de la Física.</p> <p>CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.</p> <p>Generales:</p> <p>CG-3: Desarrollar la <i>capacidad de razonamiento crítico</i> para poder identificar analogías entre fenómenos físicos diferentes y ser capaz de construir modelos físicos, así como poder detectar errores en razonamientos, aproximaciones o cálculos incorrectos.</p> <p>CG-4: Ser capaz de <i>plantear y resolver problemas</i> físicos obteniendo una descripción no sólo cualitativa sino también cuantitativa y con el grado de precisión que sea requerido del fenómeno físico en cuestión.</p> <p>CG-5: <i>Aprender de manera autónoma</i> nuevos conocimientos y técnicas.</p> <p>Específicas:</p> <p>CE-2: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la Física, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por la relevancia esperada en un futuro para la Física y sus aplicaciones, familiaridad con los enfoques que abarcan muchas áreas en Física.</p> <p>CE-3: Saber formular las relaciones funcionales y cuantitativas de la Física en lenguaje matemático y aplicar dichos conocimientos a la resolución explícita de problemas de particular interés.</p> <p>CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los ordenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, por lo tanto permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.</p>
Métodos Matemáticos de la Física	<p>Básicas:</p> <p>CB-5.</p>
Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física	<p>Generales:</p> <p>CG-2: Incrementar la <i>capacidad de organización y planificación</i> con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.</p> <p>CG-4,CG-5.</p> <p>Específicas:</p> <p>CE-3,</p> <p>CE-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.</p> <p>CE-8: Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar mediante medios escritos y orales su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográficos tanto a profesionales como a público en general.</p>

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Mecánica	<p>Básicas:</p> <p>CB-2: Saber aplicar los conocimientos físicos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de la Física.</p> <p>CB-3: Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de la Física, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o Ética.</p> <p>CB-4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.</p> <p>CB-5.</p> <p>Generales:</p> <p>CG-1: Desarrollar las <i>capacidades de análisis y de síntesis</i> con el objeto de poder abstraer las propiedades estructurales de la realidad Física distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder inferirlas, comprobarlas o refutarlas con experimentos u observaciones físicas.</p> <p>CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.</p> <p>Específicas:</p>
Electromagnetismo	<p>CE-1: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellos.</p> <p>CE-2, CE-3, CE-4, CE-5.</p> <p>CE-6: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.</p> <p>CE-7: Ser capaz de realizar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo; el graduado debería ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable; pensamiento crítico para construir modelos físicos.</p> <p>CE-8.</p> <p>CE-9: Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, además ser capaces de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.</p> <p>CE-10: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación en Física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes al de la Física, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes.</p>
Electrónica Física	<p>Básicas:</p> <p>CB-2, CB-3, CB-4, CB-5.</p> <p>Generales:</p> <p>CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.</p> <p>Específicas:</p> <p>CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10.</p>

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

MÓDULOS MIXTOS (MAT. OBLIGATORIAS Y OPTATIVAS)	MATERIA (= ASIGNATURA)	CARACTER MATERIA: OBLIGATORIA, OPTATIVA COMPETENCIAS ASOCIADAS
Óptica	Óptica I	<u>Asignaturas Obligatorias:</u>
	Óptica II	Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5.
	Laboratorio de Óptica	Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas : CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10
	Óptica coherente	<u>Asignatura Optativa:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10
Termodinámica y Física Estadística	Termodinámica I	<u>Asignaturas Obligatorias:</u>
	Termodinámica II	Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5.
	Laboratorio de Termodinámica	Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.
	Física Estadística	Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10
	Física Estadística Avanzada	<u>Asignaturas Optativas:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5.
	Física de Convertidores Energéticos	Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10



Física Cuántica	Física Cuántica I	<u>Asignaturas Obligatorias:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10.
	Física Cuántica II	
Física Cuántica	Laboratorio de Física Cuántica	
	Mecánica Cuántica	
Física Cuántica	Mecánica Cuántica Avanzada	<u>Asignatura Optativa:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.
Física del Estado Sólido	Física del Estado Sólido I	<u>Asignaturas Obligatorias:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.
	Física del Estado Sólido II	<u>Asignatura Optativa:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.



Física Nuclear y de Partículas	Física Nuclear y de Partículas	<u>Asignatura Obligatoria:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.
	Laboratorio de Física Nuclear	<u>Asignaturas Optativas:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10
	Física de Partículas	
Gravitación y Cosmología	Astrofísica y Cosmología	<u>Asignatura Obligatoria:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.
	Gravitación	<u>Asignatura Optativa:</u> Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5. Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5. Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

MÓDULOS DE MATERIAS OPTATIVAS	COMPETENCIAS ASOCIADAS
Física de la Atmósfera	<p>Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5.</p> <p>Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.</p> <p>Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.</p>
Física de Comunicaciones	<p>Básicas: CB-2, CB-3, CB-4, CB-5.</p> <p>Generales: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.</p> <p>Específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10.</p>
Prácticas Externas	<p>Básicas: CB-2, CB-3</p> <p>Generales: CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.</p> <p>Específicas: CE-3, CE-4, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.</p>

MÓDULO TRABAJO FIN DE GRADO	COMPETENCIAS ASOCIADAS
Trabajo Fin de Grado	<p>Básicas: CB-4, CB-5,</p> <p>Específicas: CE-6, CE-7, CE-8, CE-10.</p> <p>CE-11: Capacitar para el desarrollo de actividades de promoción y desarrollo de la innovación científica y tecnológica y actividades profesionales en el marco de tecnologías avanzadas.</p>

- **Coherencia y factibilidad de objetivos, competencias, módulos e itinerarios**

Tanto los objetivos y competencias asociadas a las enseñanzas de Grado en Física como la carga en créditos ECTS de las diferentes **materias** se ajustan a las directrices de los proyectos europeos Tunning, EUPEN, de la Conferencia de Decanos de Física y del Libro Blanco de Física, que han sido elaborados con la participación y el consenso de las actuales Licenciaturas de Física de las Universidades Españolas, y son fruto de estudios detallados de los diferentes modelos de la enseñanza universitaria de Física.

De este modo, al ajustar nuestro Plan de Estudios a las conclusiones de estos proyectos (Tunning, EUPEN y Libro Blanco), se garantiza la coherencia de los objetivos y competencias planteados, y la factibilidad de su consecución a partir de las materias previstas.

En el mismo sentido, para dar consistencia y posibilitar su realización por los estudiantes, se han establecido los módulos en que se organizan las materias en clara analogía con la distribución de contenidos y resultados de aprendizaje propuestos en el Libro Blanco.

5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida:

La Facultad de Ciencias, en colaboración con el Servicio de Relaciones Internacionales y el Servicio de Becas y Ayudas al Estudio, mantiene una serie de programas de intercambio a través de los cuales se planificará y gestionará, en particular, la movilidad de los estudiantes de Grado en Física, siguiendo el Reglamento de la Universidad de Salamanca sobre movilidad internacional:

http://rel-int.usal.es/documentos2008/Normas_Movilidad_Internacional_Estudiantes.pdf

Estos programas de intercambio abarcan la movilidad para intercambiar (enviar y recibir) durante un año o un cuatrimestre a estudiantes tanto con universidades extranjeras (Programa ERASMUS y Programa de Becas de Intercambio con Universidades extranjeras) como con otras universidades españolas (Programa SICUE).

La gestión de los programas de intercambio la realiza la Comisión de Convalidaciones y Programas de Intercambio, delegada de la Junta de Facultad formada por una Vicedecana, que realiza las funciones de Coordinadora Internacional y SICUE, junto con los Coordinadores de cada una de las titulaciones del Centro.

Desde esta Comisión se promueve el establecimiento de convenios con otras universidades, en el marco de los programas mencionados y para las distintas titulaciones del centro, en función de la posibilidad de adquirir competencias y cubrir objetivos del Título en otros destinos, o bien, por el interés de las otras universidades en enviar estudiantes a la Universidad de Salamanca. Una vez firmado el convenio y si los estudios ofrecidos por la universidad de destino son acordes con las competencias previstas en el Grado en Física, el posible intercambio se incorpora a una convocatoria pública (a través de carteles, en la página web de la Facultad de Ciencias y la atención personal de la Coordinadora Internacional/SICUE y los Coordinadores de cada titulación) en la que se concretan las plazas ofertadas, los periodos posibles de intercambio, así como el procedimiento y normativa aplicables para la aprobación de la movilidad.

Desde la Comisión de Convalidaciones y Programas de Intercambio se promueve también la participación de estudiantes de la Facultad de Ciencias en otros programas de intercambio que con carácter general tiene abiertos la Universidad de Salamanca a través de su Servicio de Relaciones Internacionales: programa ALBAN (con universidades de América Latina), programa ALFA (con universidades de América Latina y Asia), etc. (<http://www.usal.es/~rrii/prog.htm>)

Además los miembros de esta Comisión actúan como tutores académicos (revisión de acuerdos

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

académicos, asesoramiento en la elección de asignaturas, intermediarios para consultas administrativas y logísticas, etc), cada uno para la titulación correspondiente, tanto de los estudiantes que se envían como de los que se reciben en base a los convenios firmados con Universidades Españolas o con instituciones extranjeras. Por lo tanto los componentes de esta Comisión realizan tareas individuales de acogida de los estudiantes, facilitan su integración en el entorno de la facultad (en estrecha vinculación con el servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad) y son el punto de apoyo más cercano para estos estudiantes. Todas estas actividades se coordinan por la Coordinadora Internacional/SICUE de la Facultad a partir de reuniones periódicas de la Comisión y de intercambio de información siempre que sea necesario.

En cuanto a la financiación de la movilidad, en el caso internacional (programa ERASMUS) una vez aprobada la movilidad por la Facultad de Ciencias y superada la prueba de idioma (requisito general de la Universidad), se concede automáticamente una beca. Actualmente esta beca está cofinanciada por la Agencia Nacional Erasmus, Ministerio de Educación y Ciencia, Junta de Castilla y León y por la Universidad de Salamanca, y concretamente en el curso 2007/2008 su cuantía ha sido de 326,26 euros mensuales, y los estudiantes que tengan la condición de becarios de MEC contarán con un complemento adicional de 350 euros por mes. En el caso del Programa de Intercambio con Universidades Extranjeras se cuenta con la financiación por parte de Bancaja de 50.000 euros para el curso 2008/2009. El resto de programas gestionados por el Servicio de Relaciones Internacionales, cuentan con diferentes opciones de financiación por parte de diversos organismos públicos y privados. En el caso nacional (programa SICUE), la aprobación de la movilidad no implica dotación económica: para obtenerla hay que solicitar las becas Séneca y las becas Fray Luis de León, cuya convocatoria corre a cargo del Ministerio de Educación y Ciencia y la Junta de Castilla y León y cuya cuantía para el curso 2008/2009 es de 500 euros y de 400 euros mensuales respectivamente.

El sistema de reconocimiento y acumulación de los créditos ECTS obtenidos a través de cualquiera de los programas descritos se llevará a cabo de modo similar a como viene aplicándose en la Licenciatura en Física: estableciendo por parte de la Comisión del Centro acuerdos académicos para cada estudiante, previos a su movilidad, en los que se especifique qué materias cursarán en la universidad de destino y por qué materias del Grado en Física serán reconocidos o transferidos, los cuales serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título. **La elección de las materias a cursar se hará siempre teniendo en cuenta que estos estudiantes puedan conseguir en las citadas instituciones los objetivos y competencias que se pretenden en el Grado en Física.**

Como referencia, para el curso 2008-2009 se tienen convenios dentro del programa de intercambio ERASMUS para estudiantes de la Licenciatura en Física, con becas de 10 meses, con las instituciones que se enumeran a continuación. Se prevé que los estudiantes del Grado en Física puedan cursar también materias en dichas instituciones, y si es posible ampliar la oferta, siempre teniendo en cuenta que estos estudiantes puedan conseguir en las mismas los objetivos y competencias que se pretenden en el Grado en Física.

CÓDIGO	UNIVERSIDAD	DURACIÓN	PLAZAS
D DARMSTA01	Technische Universität Darmstadt	2010	2
F CAEN01	Université de Caen Basse Normandie	2010	2
HU PECS01	University of Pecs	2011	1
I LECCE01	Università degli Studi di Lecce	2010	2
I MESSINA01	Università di Messina	2010	1
I MODENA01	Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	2010	2
I NAPOLI01	Università degli Studi di Napoli "Federico II"	2009	1
I PAVIA01	Università degli Studi di Pavia	2010	1

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

I TRENTO01	Università degli Studi di Trento	2009	1
P AVEIRO01	Universidade de Aveiro	2009	2
P LISBOA04	Universidade Tecnica de Lisboa-Instituto Tecnico Superior	2010	2
UK BIRMING02	University of Birmingham	2009	1
UK BRISTOL01	University of Bristol	2010	2

Análogamente, para el curso 2008-2009 la oferta en el programa de intercambio SICUE para los estudiantes de la Licenciatura en Física es la que **se adjunta a continuación. En este caso se prevé que los estudiantes del Grado en Física puedan cursar también materias en dichas instituciones, y si es posible ampliar la oferta, siempre teniendo en cuenta que estos estudiantes puedan conseguir en las mismas los objetivos y competencias que se pretenden en el Grado en Física.**

UNIVERSIDAD	Nº INTERCAMBIOS	Nº MESES
Universidad Autónoma de Madrid	1	9
Universidad de Barcelona	1	9
Universidad de Cantabria	1	9
Universidad de Córdoba	2	9
Universidad de Extremadura (Badajoz)	1	9
Universidad de Granada	1	9
Universidad de las Islas Baleares	2/2	9/4
Universidad de La Laguna	2	9
Universidad de Sevilla	2	9
Universidad de Zaragoza	2	9

5.3. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el Plan de Estudios.

<p>Denominación del módulo: Fundamentos de Física</p>	<p>Créditos: 30 ECTS</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 5 asignaturas :</p> <ul style="list-style-type: none"> 5 asignaturas básicas de 6 créditos ECTS cada una programadas en el primer curso: Dos en el primer cuatrimestre ("Física I" y "Física II") y otras tres en el segundo cuatrimestre ("Física III", "Física IV" y "Laboratorio de Física"). Estas asignaturas se encuentran englobadas íntegramente en la materia básica "Física" de la rama de conocimiento de "Ciencias" según la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007 para las materias de formación básica. 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las materias de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-1, CB-5, competencias generales CG-3, CG-4, CG-5 y competencias específicas CE-2, CE-3,CE-4, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollar la intuición física. Ser capaz de relacionar la Física con otras ciencias. Manejar los esquemas conceptuales básicos de la Física: sistema de referencia, momento, energía, partícula, onda, campo, leyes de conservación, puntos de vista microscópico y macroscópico. Apreciar que el modo de trabajo en Física es identificar la esencia de los fenómenos. Desarrollar una visión panorámica de lo que abarca realmente la Física actual. Adquirir seguridad en la modelización y resolución de problemas físicos sencillos. 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Fundamentos de Física				
Asignaturas:				
Física I	Física II	Física III	Física IV	Laboratorio de Física
6 créditos ECTS	6 créditos ECTS	6 créditos ECTS	6 créditos ECTS	6 créditos ECTS
Primer curso	Primer curso	Primer curso	Primer curso	Primer curso
1 ^{er} cuatrimestre	1 ^{er} cuatrimestre	2 ^o cuatrimestre	2 ^o cuatrimestre	2 ^o cuatrimestre

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Las asignaturas del módulo se desarrollarán coordinadamente. En cada una de ellas se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por si mismos las competencias del módulo.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas Física I, Física II, Física III y Física IV estará en torno al 40% de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica -, página 119)

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para la asignatura de Laboratorio de Física estará en torno al 50% de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la experimentación en el laboratorio, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las asignaturas Física I, II, III, y IV se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

La evaluación de la asignatura Laboratorio de Física se realizará a través del trabajo del alumno en la laboratorio, los informes de las prácticas y un examen.

Continuación del módulo: Fundamentos de Física

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Física I

- Sistemas de unidades
- Movimiento en una, dos y tres dimensiones.
- Leyes de Newton.
- Trabajo y energía.
- Sistemas de partículas y conservación del momento lineal.
- Rotación y conservación del momento angular.
- Campo gravitatorio.
- Introducción a la relatividad especial

Física II

- Principio Cero. Temperatura empírica.
- Primer Principio. Trabajo. Energía interna. Calor.
- Segundo Principio. Temperatura termodinámica. Entropía.
- Introducción a las transiciones de fase.
- Introducción a la Teoría Cinética de los Gases.
- Elasticidad.
- Dinámica de fluidos.

Física III

- Campo eléctrico.
- Potencial eléctrico. Energía electrostática.
- Conductores y dieléctricos.
- Corriente eléctrica.
- Campo magnético.
- Inducción electromagnética.
- Circuitos de corriente alterna.
- Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas.

Física IV

- Oscilaciones
- Física de ondas
- Superposición de ondas.
- Propiedades de la luz.
- Imágenes ópticas.
- Introducción a la física cuántica.
- Estructura de la materia.

Laboratorio de Física

- Introducción a los procedimientos de medida
- Medida de la constante de gravitación (G) y de la aceleración de la gravedad (g)
- Cargas sometidas a campos eléctrico y magnético: relación carga-masa, efecto Hall
- La imagen y Fuentes de luz: Láser y espectroscopia
- Medida de la velocidad de la luz
- Radiactividad
- Introducción a las observaciones astronómicas
- Ley de Stefan-Boltzmann

Comentarios adicionales

Las asignaturas de Física I, II, III y IV comprenderán aspectos introductorios y básicos de los descriptores propuestos, siempre en consonancia con el manual bibliográfico tipo recomendado (“Tipler: física para la ciencia y la tecnología”, Autor: Tipler, P. A., Mosca, G. Ed.: Reverté).

En la asignatura de Laboratorio de Física se proponen un conjunto de prácticas que serán seleccionadas para su impartición, en función de las previsiones docentes que en cada curso se planteen.

Este módulo será impartido por profesores muy experimentados y con una buena visión global de la física.

<p>Denominación del módulo : Métodos Matemáticos de la Física</p>	<p>Créditos: 36 ECTS</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 6 asignaturas :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 asignaturas básicas de 6 créditos ECTS cada una programadas en el primer curso: Dos en el primer cuatrimestre ("Análisis Matemático I" y "Algebra Lineal y Geometría I") y otras dos en el segundo cuatrimestre ("Análisis Matemático II" y "Algebra Lineal y Geometría II"). Estas asignaturas se encuentran englobadas íntegramente en la materia básica "Matemáticas" de la rama de conocimiento de "Ciencias" según la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007. • 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una programadas en el segundo curso: Una en el primer cuatrimestre ("Ecuaciones Diferenciales") y otra en el segundo cuatrimestre ("Variable Compleja"). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán la competencias básica CB-5, las competencias generales CG-2, CG-4, CG-5 y las competencias específicas CE-3, CE-5, CE-8, establecidas en la memoria del grado y traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje :</p> <p><u>Algebra Lineal y Geometría I y II</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los aspectos básicos de la Geometría Lineal que se usan en Física. • Demostrar saber operar con vectores, bases, subespacios, aplicaciones lineales y matrices. • Saber computar determinantes y conocer sus propiedades en el estudio de la independencia lineal. • Tener la capacidad de plantear y resolver sistemas de ecuaciones lineales. • Resolver problemas de Geometría Lineal Afín. • Ser capaz de resolver problemas de diagonalización de un endomorfismo y saber calcular las bases y formas canónicas de Jordan. • Conocer y saber manejar correctamente los conceptos básicos de la Geometría Euclídea • Entender el significado geométrico del teorema de inercia de Sylvester y su uso para clasificar las formas cuadráticas. • Conocer las cónicas y cuadráticas euclídeas así como ser capaz de calcular sus elementos y formas canónicas. • Conocer los conceptos básicos del álgebra tensorial y del álgebra exterior y su aplicación en diferentes ramas de la Física. <p><u>Análisis Matemático I y II</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una capacidad práctica para el uso del cálculo diferencial e integral en Física. • Comprender y manejar los conceptos, técnicas y herramientas básicas del cálculo diferencial en una y varias variables. • Conocer los teoremas de la función inversa y de las funciones implícitas. • Saber calcular correctamente límites, derivadas, diferenciales y desarrollos de Taylor de funciones de una y varias variables. • Saber caracterizar los puntos críticos de funciones y de funciones con ligaduras de una y varias variables. • Saber analizar la convergencia de series y saber calcular series de Fourier de funciones sencillas. • Entender y manejar correctamente los aspectos básicos del cálculo integral . 	

- Saber aplicar y conocer diferentes métodos elementales de integración.
- Conocer la traducción a integrales de algunos problemas de tipo físico: áreas, volúmenes, masas, centros de gravedad, flujos, etc.
- Comprender los teoremas integrales clásicos (Green, Stokes, Gauss, etc.) y saber traducirlos en términos físicos.

Ecuaciones Diferenciales

- Entender el concepto de ecuación diferencial y su importancia esencial para plantear las leyes de la Física.
- Entender los problemas de condiciones iniciales para ecuaciones diferenciales ordinarias y saber manejar el método de Picard como método de cálculo aproximado de soluciones.
- Saber resolver, mediante diferentes técnicas, las ecuaciones diferenciales ordinarias básicas y de los de los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales que aparecen en Física.
- Conocer las propiedades de algunas funciones especiales obtenidas en el estudio de las ecuaciones lineales de orden superior (armónicos esféricos, Bessel, Hermite, hipergeométricas, etc.).
- Conocer el método de la transformada de Laplace y saber aplicarlo para resolver problemas de valor inicial.
- Manejar algunos métodos básicos de resolución de ecuaciones en derivadas parciales de primer orden.
- Saber resolver mediante el método de separación de variables diversos problemas de contorno y de condiciones iniciales para las ecuaciones del calor, de ondas y de Laplace.

Variable Compleja

- Adquirir los conceptos generales acerca del cuerpo de los números complejos.
- Conocer las propiedades elementales de las funciones analíticas complejas, su equivalencia con las funciones derivables y el teorema integral de Cauchy.
- Entender y manejar el concepto de singularidad aislada de una función analítica y sus tipos.
- Manejar los desarrollos de Laurent en ejemplos y saber calcular residuos.
- Conocer el teorema de los residuos y saber aplicarlo para calcular integrales definidas e impropias.
- Conocer la interpretación de las funciones holomorfas como transformaciones conformes y saber transformar entre sí, mediante funciones elementales y homografías, algunos abiertos del plano.
- Conocer los métodos de la transformada de Fourier y su aplicación a las ecuaciones diferenciales.

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Métodos Matemáticos de la Física

Asignaturas

Análisis Matemático I 6 créditos ECTS Primer curso 1 ^{er} cuatrimestre	Análisis Matemático II 6 créditos ECTS Primer curso 2 ^o cuatrimestre	Algebra Lineal y Geometría I 6 créditos ECTS Primer curso 1 ^{er} cuatrimestre
Algebra Lineal y Geometría II 6 créditos ECTS Primer curso 2 ^o cuatrimestre	Ecuaciones Diferenciales 6 créditos ECTS Segundo curso 1 ^{er} cuatrimestre	Variable Compleja 6 créditos ECTS Segundo curso 2 ^o cuatrimestre

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Las asignaturas correspondientes a este módulo engloban, de una forma coordinada, la programación de las actividades formativas en aquellos métodos matemáticos que se han estimado necesarios para el buen desarrollo de este Plan de Estudios. La metodología no difiere mucho entre las distintas asignaturas del módulo ya que, fundamentalmente, se insistirá en la aplicación práctica a la Física de los conceptos y técnicas matemáticas que se desarrollarán en las mismas. Este carácter operativo y de dependencia hacia las necesidades matemáticas de las restantes asignaturas del grado, guiará en todo momento la docencia de las materias de este módulo. No obstante, el desarrollo de las asignaturas se hará sin perder el objetivo de que los estudiantes adquieran también otras competencias básicas y específicas de este módulo.

En la medida de lo posible y como apoyo docente se utilizarán nuevas tecnologías tales como el desarrollo on-line de los cursos mediante la plataforma Moodle o similar. A través de ella estará disponible al estudiante el material docente que se use así como cualquier otra información relevante para el curso. El acceso a esta aplicación informática permitirá desarrollar los cursos de forma más participativa y atractiva para el alumnado.

En cada una de las asignaturas se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos necesarios para desarrollar las competencias previstas. Aunque se hará un desarrollo muy práctico de las asignaturas con una exposición operativa de los diferentes métodos matemáticos, se fomentará también que el estudiante entienda las razones y justificaciones matemáticas del uso de las mismas. El estudiante deberá aprender a plantear los problemas y, sobre todo, deberá aprender el uso práctico de todas aquellas técnicas que le serán necesarias para el posterior desarrollo del grado. Por ello un buen aprendizaje de todas estas técnicas en las clases prácticas presenciales establecidas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, ha de ser un objetivo esencial de todas las asignaturas de este módulo.

Para alcanzar tal fin, los estudiantes dispondrán previamente de aquel material docente que se estime oportuno en cada asignatura y en particular de los correspondientes enunciados de problemas con objeto de poder trabajar en ellos con antelación.

A partir de las anteriores clases presenciales y con objeto de conseguir una mayor comprensión y destreza de los métodos matemáticos expuestos, se propondrán diferentes trabajos personales a los estudiantes para cuya realización contarán con el apoyo de los profesores en seminarios tutelados. Estos seminarios se tratarán de clases prácticas muy participativas en las que se fomentará la discusión y donde los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, estudiar diferentes alternativas para obtener solución a las mismas, compararlas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría y práctica de cada asignatura, con la resolución de otros problemas propuestos y con la preparación de sus trabajos, para alcanzar con éxito las competencias previstas. Deberán también exponer algunos de sus trabajos ante el profesor y el resto de sus compañeros o bien, cuando así se estime, en tutoría personal entre estudiante y profesor. Para cada asignatura se establecerá un calendario de pruebas de evaluación con las que se valorará la adquisición de competencias alcanzadas por el estudiante.

La dedicación a las actividades formativas presenciales de las asignaturas de este módulo que implican una interacción profesor-estudiante estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente métodos informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente del módulo que se proponen son :

- * Elaboración en equipo, por los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y de la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que impartan una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación de las actividades próximas a realizar.

* Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).

* Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos propuestos a cada estudiante y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

Continuación del módulo: Métodos Matemáticos de la Física

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Algebra Lineal y Geometría I

- Espacios vectoriales
- Algebra matricial
- Sistemas de ecuaciones lineales
- Geometría lineal afín

Algebra Lineal y Geometría II

- Diagonalización y formas de Jordan de un endomorfismo
- Geometría euclídea
- Métricas y formas cuadráticas. Elementos de las cónicas
- Iniciación al álgebra tensorial

Análisis Matemático I

- Números reales y números complejos
- Sucesiones y series
- Funciones de una variable real
- Derivabilidad. Fórmula de Taylor
- Sucesiones y series de funciones
- Integral de Riemann de funciones de una variable

Análisis Matemático II

- Funciones de varias variables
- Cálculo diferencial en varias variables
- Aplicaciones del cálculo diferencial
- Integración de funciones de varias variables
- Integrales de línea y de superficie

Ecuaciones Diferenciales

- Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden
- Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden y ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior
- Integración por series de potencias y funciones especiales
- Transformada de Laplace
- Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales

Variable Compleja

- Cálculo diferencial complejo: Funciones holomorfas
- Fórmula integral de Cauchy
- Singularidades
- Cálculo de residuos
- Aplicaciones conformes
- Transformada de Fourier compleja

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física</p>	<p>Créditos: 16.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 3 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura básica de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del primer curso (“Técnicas informáticas en Física”). Esta asignatura se encuentran englobadas íntegramente en la materia básica "Informática" de la rama de conocimiento de "Ingeniería y Arquitectura" según la denominación que se incluye en el ANEXO II del R.D. 1393/2007. • 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del tercer curso (“Métodos numéricos”). • 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del cuarto curso (“Física Computacional”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo los estudiantes adquirirán la competencia básica CB-5, competencias generales CG-2, CG-4, CG-5 y competencias específicas CE-3, CE-5 y CE-8, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada. • Aprender a programar en un lenguaje relevante para el cálculo científico. • Adquirir conceptos de análisis numérico de aplicación en física computacional. • Desarrollar la capacidad de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador. • Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas a resolver, el coste operativo y la presencia de errores. 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física		
Asignaturas:		
Técnicas informáticas en Física 6 créditos ECTS 1 ^{er} curso 1 ^{er} cuatrimestre	Métodos numéricos 6 créditos ECTS 3 ^{er} curso 1 ^{er} cuatrimestre	Física computacional 4,5 créditos ECTS 4 ^o curso 1 ^{er} cuatrimestre
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las asignaturas del módulo se desarrollarán coordinadamente. En cada una de ellas se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas a desarrollar en el aula de informática de modo que los estudiantes se inicien en las competencias previstas.</p> <p>A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales para lo que tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por si mismos las competencias del módulo.</p> <p>Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales de las asignaturas de este módulo que implican una interacción profesor-estudiante, estará en torno al 50% de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la realización de prácticas en el aula de informática, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120)</p> <p>Coordinación Docente</p> <p>Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los</p>		

programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las asignaturas se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y de las prácticas realizadas en el aula de informática así como de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

Continuación del módulo: Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Técnicas Informáticas en Física

- Introducción a sistemas operativos
- Lenguajes de programación
- Lenguajes simbólicos

Métodos numéricos en Física

- Sistemas de ecuaciones lineales
- Ecuaciones implícitas
- Interpolación y aproximación de funciones
- Derivación e integración numérica
- Resolución de ecuaciones diferenciales

Física computacional

- Problemas de valores propios
- Métodos de resolución de ecuaciones en derivadas parciales elípticas, hiperbólicas y parabólicas
- Modelización de datos y estadística inferencial. Transformada rápida de Fourier
- Métodos de simulación. Dinámica Molecular y métodos estocásticos

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Mecánica</p>	<p>Créditos: 24 ECTS</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 5 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una, programadas en el segundo curso, una en el primer cuatrimestre (“Mecánica I”) y otra en el segundo cuatrimestre (“Mecánica II”). • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del segundo curso (“Laboratorio de Mecánica y Ondas”). • 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programa en el primer cuatrimestre del tercer curso (“Mecánica Teórica”). • 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre de cuarto curso (“Física de Fluidos”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer y saber aplicar en problemas físicos concretos las leyes de Newton tanto para una partícula como para un sistema de partículas. • Razonar consecuencias observables en la dinámica a partir de las leyes de conservación. • Saber plantear los problemas en el sistema de coordenadas apropiado. • Ser capaz de resolver problemas que involucran colisiones de dos cuerpos. • Ser capaz de resolver problemas de movimiento en campos de fuerzas centrales y saber analizar los distintos tipos de órbitas de una partícula en un campo newtoniano. • Conocer y saber aplicar el concepto de sección eficaz. • Entender y saber aplicar las leyes de Newton en sistemas de referencia no inerciales. • Entender tanto la cinemática como la dinámica del movimiento de un sólido rígido y ser capaz de resolver problemas en este contexto. • Conocer los principios variacionales de la mecánica y entender los formalismos lagrangiano y hamiltoniano de la mecánica, así como saber plantear y resolver problemas dinámicos con estos métodos. • Conocer la relación entre simetrías y leyes de conservación, tanto en formalismo Lagrangiano como Hamiltoniano. Ser capaz de encontrar las cantidades conservadas correspondientes en problemas concretos • Entender la teoría relativista de la mecánica y saber resolver problemas tanto de cinemática como de dinámica relativista. Conocer los fundamentos del formalismo cuadrivectorial. 	

- Conocer el concepto de transformación canónica y saber utilizarlo para resolver problemas.
- Estar familiarizado con el formalismo de Hamilton-Jacobi , así como el de variables de acción-ángulo para resolver problemas dinámicos, y ser capaz de utilizarlos en teoría de perturbaciones
- Conocer el concepto de sistema dinámico y de caos.
- Estar familiarizado con la mecánica de medios continuos, así como conocer y saber aplicar el formalismo Lagrangiano para campos.
- Conocer las ecuaciones de la hidrodinámica tanto para fluidos ideales como para fluidos viscosos.
- Comprender la formación y propagación de ondas en fluidos.
- Conocer las inestabilidades hidrodinámicas más importantes y comprender las nociones fundamentales de la turbulencia.
- Ser capaz de describir y estudiar la transferencia de calor en fluidos.
- Familiarizarse con procesos mecánicos y ondulatorios diversos en el laboratorio.
- Ser capaz de medir e interpretar magnitudes relacionadas con dichos procesos.
- Ser capaz de tratar los datos correspondientes y así obtener información cuantitativa del fenómeno físico involucrado en el experimento

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Mecánica				
Asignaturas:				
Mecánica I	Mecánica II	Laboratorio de Mecánica y Ondas	Mecánica Teórica	Física de Fluidos
6 créditos ECTS	6 créditos ECTS	3 créditos ECTS	4,5 créditos ECTS	4,5 créditos ECTS
2º Curso	2º Curso	2º Curso	3er Curso	4º curso
1º Cuatrimestre	2º Cuatrimestre	1º Cuatrimestre	1º Cuatrimestre	1º Cuatrimestre
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las actividades formativas para las asignaturas del módulo contemplan el uso de diversas técnicas metodológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje encaminadas a la consecución de las competencias previstas. Entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases de contenido fundamentalmente teórico impartidas mediante clase magistral. Asistidas por el uso de las Tecnologías de la información y la Comunicación que faciliten la presentación de fenómenos mediante simulaciones de ordenador • Clases de aplicación de la teoría mediante técnicas de aprendizaje basado en problemas o similares, en que se resuelven fundamentalmente problemas y casos prácticos • Clases prácticas de laboratorio • Seminarios elaborados por grupos de alumnos e impartidos al resto de sus compañeros. Están dedicados al desarrollo de actividades de formación y aprendizaje en grupo y pretenden la adquisición de competencias relacionadas con la comunicación oral. • Tutorías especializadas, presenciales o virtuales, para orientar al estudiante en su trabajo autónomo. Especialmente en la realización de trabajos en grupo. • Trabajo personal y de estudio: En el trabajo autónomo se incluye también la participación en actividades propuestas para la asignatura en la plataforma de e-learning, como resolver cuestionarios, seguir simulaciones, lecturas recomendadas o autoevaluaciones. <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas de Mecánica I, Mecánica II, Mecánica Teórica y de Física de Fluidos estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica -, página 119)</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para la asignatura de Laboratorio de Mecánica y Ondas estará en torno al 60 % de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la experimentación en el laboratorio, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120, donde se reduce al 40% el "trabajo personal del estudiante" porque se aumenta en un 10% el tiempo de "interacción profesor-estudiante". Este tiempo será destinado a la preparación de las prácticas mediante clases magistrales al total de los estudiantes.)</p>				

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

Continuación del módulo: Mecánica

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Mecánica I

- Cinemática de una partícula en el espacio: triedro intrínseco
- Sistema de partículas
- El problema de los dos cuerpos: colisiones
- Movimiento en un campo de fuerzas centrales
- Sólido rígido: cinemática
- Sólido rígido: dinámica

Mecánica II

- Principios variacionales y mecánica de Lagrange
- Mecánica de Hamilton
- Oscilaciones pequeñas
- Sistemas de referencia no inerciales
- Mecánica relativista

Laboratorio de Mecánica y Ondas

- Comprobación experimental de las leyes del movimiento para péndulos acoplados
- Medida del periodo de precesión de un péndulo de Foucault
- Medida de la constante recuperadora de un péndulo de torsión
- Comprobación experimental de la ley de Hooke
- Medida de los momentos de inercia de un sólido rígido
- Comprobación experimental de la conservación del momento angular por medio de un giróscopo
- Medida de la velocidad del sonido con el tubo de Quincke
- Medida de la interferencia de ondas por medio de una cubeta de ondas.
- Medición de los parámetros característicos de las ondas estacionarias en una cuerda vibrante.
- Comprobación experimental de la conservación del momento lineal y la energía en choques elásticos unidimensionales

Mecánica Teórica

- Espacio de fases y ecuaciones de Hamilton
- Transformaciones canónicas
- Simetrías y leyes de conservación: teorema de Noether
- Teoría de Hamilton-Jacobi y variables de acción-ángulo
- Teoría de perturbaciones
- Sistemas dinámicos: introducción al caos
- Introducción a la mecánica de medios continuos

Física de Fluidos

- Fluidos ideales: ecuación de Euler
- Ondas en fluidos ideales, ondas de choque
- Fluidos viscosos: ecuación de Navier-Stokes
- Inestabilidades hidrodinámicas.
- Transferencia de calor: disipación y convección
- Fenómenos de superficie
- Aplicaciones

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Electromagnetismo</p>	<p>Créditos: 19.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 4 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una, programadas en el segundo curso, una en el primer cuatrimestre (“Electromagnetismo I”) y otra en el segundo cuatrimestre (“Electromagnetismo II”). • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del segundo curso (“Laboratorio de Electromagnetismo”). • 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programa en el primer cuatrimestre del tercer curso (“Electrodinámica Clásica”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las características de la interacción electromagnética como una de las cuatro fuerzas de la Naturaleza, realizando el estudio a partir de las leyes experimentales y del principio de superposición con el fin de justificar detalladamente las ecuaciones diferenciales del electromagnetismo. • Manejar con destreza las coordenadas curvilíneas, el álgebra vectorial, el cálculo diferencial y las integrales de línea superficie y volumen sobre las magnitudes del campo electromagnético. • Familiarizarse con la representación de las singularidades del campo. • Resolver con soltura problemas de distribuciones sencillas de carga y corriente atendiendo a sus características de simetría. • Saber aplicar técnicas aproximadas de resolución del campo electromagnético cuando la naturaleza del problema lo exija, y saber estimar la precisión de la solución hallada. • Ser capaz de plantear y resolver problemas a partir de idealizaciones de situaciones prácticas, detectando los aspectos más relevantes y omitiendo aquellos menos importantes o accesorios. • Conocer las propiedades electromagnéticas de los materiales desde el punto de vista del tratamiento de medios continuos, atendiendo especialmente a materiales de comportamiento lineal, isótropo y homogéneo. • Integrar el conocimiento del electromagnetismo en el contexto de la relatividad especial. • Conocer las características de la radiación electromagnética y de su propagación en el espacio abierto y en presencia de discontinuidades. • Resolver con pericia problemas de dinámica de partículas cargadas y sistemas de cargas sometidas al campo electromagnético. 	

- Comprender en detalle los aspectos básicos de la radiación de cargas relativistas.
- Manejar una instrumentación básica de laboratorio para el estudio de fenómenos electromagnéticos.
- Profundizar en la comprensión de las leyes del electromagnetismo mediante la realización de experiencias de laboratorio y simulación de problemas.

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Electromagnetismo		
Asignaturas:		
Electromagnetismo I 6 créditos ECTS 2º curso 1º cuatrimestre	Electromagnetismo II 6 créditos ECTS 2º curso 2º cuatrimestre	Laboratorio de Electromagnetismo 3 créditos ECTS 2º curso 2º cuatrimestre
Electrodinámica Clásica 4.5 créditos ECTS 3º curso 1º cuatrimestre		
<p align="center">Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las asignaturas correspondientes a éste módulo engloban de una forma coordinada toda la programación de las actividades formativas obligatorias en el campo del electromagnetismo de nuestro Plan de Estudios. La metodología no difiere mucho en las distintas asignaturas del módulo.</p> <p>Se expondrán los contenidos teóricos del programa mediante clases presenciales, de acuerdo con una bibliografía de referencia de dos o tres textos por asignatura, acordes con las competencias previstas y ya señaladas. A continuación de los temas o grupos de temas impartidos se pasará a las clases prácticas de resolución de problemas, para lo que los alumnos dispondrán previamente de los correspondientes enunciados, con objeto de poder trabajar en ellos con antelación. En estas clases se atenderá especialmente a aclarar todos aquellos aspectos estudiados en las clases teóricas que requieran mejor comprensión y mayor atención del alumno. Se tratará de clases más participativas, en las que se fomentará la discusión y se analizarán las distintas alternativas para resolver los ejercicios. Se hará especial énfasis en aquellos aspectos de carácter interdisciplinar que permitan al alumno acercarse al campo de las aplicaciones de acuerdo con las competencias previstas.</p> <p>Las clases teóricas y prácticas constituyen el punto de arranque para la realización por parte de los estudiantes de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esas tutorías se fomentará la discusión tanto con el profesor como entre los propios alumnos. Se realizará una activa labor para impulsar la discusión, el análisis de la comprensión precisa de los conceptos, las analogías con otros problemas de otros campos de la física, etc.</p> <p>Obviamente, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de trabajos para así poder alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y</p>		

profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas de Electromagnetismo I, Electromagnetismo II y Electrodinámica Clásica, estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para la asignatura de Laboratorio de Electromagnetismo, estará en torno al 50 % de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la experimentación en el laboratorio y la práctica en el aula de informática, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

A fin de fomentar la participación activa de los estudiantes en la tarea docente, se realizará una evaluación atendiendo especialmente a las exposiciones de los trabajos y los exámenes de teoría, problemas y prácticas, en los que los que habrá de evaluarse el grado de consecución de las competencias previstas en la titulación.

Continuación del módulo: Electromagnetismo

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Electromagnetismo I

- Campos y fuentes del campo electromagnético
- Electrostática
- Condiciones de contorno
- Conductores
- El campo eléctrico en materiales dieléctricos
- Teorema de Green. Técnicas de resolución del potencial
- Energía y fuerza en electrostática

Electromagnetismo II

- Corriente estacionaria
- Magnetostática
- Materiales magnéticos
- Inducción electromagnética
- Energía y fuerzas magnéticas
- Teoría de circuitos. Transitorio y análisis no harmónico
- Corriente de desplazamiento y ecuaciones de Maxwell
- Ondas electromagnéticas

Laboratorio de Electromagnetismo

- Simulación analógica de campos y técnicas numéricas de resolución
- Medida de la permitividad
- Medida de la conductividad eléctrica y su dependencia con la temperatura
- Fuerzas magnéticas sobre corrientes
- Medida de la permeabilidad magnética e histéresis magnética
- Transitorios en circuitos RC, RL y RLC
- Resonancia en circuitos de corriente alterna
- Estudio y experiencias relativas a las leyes de Coulomb, Ampère y Faraday

Electrodinámica Clásica

- Momento y energía electromagnética
- Formulación covariante del campo electromagnético
- Potenciales retardados
- Radiación dipolar eléctrica y magnética
- Radiación de cargas aceleradas
- Dinámica de partículas en campos **E** y **B**
- Magnetohidrodinámica

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Óptica</p>	<p>Créditos: 19.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 4 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una programadas en el tercer curso, una en el primer cuatrimestre (“Óptica I”) y otra en el segundo cuatrimestre (“Óptica II”). • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del tercer curso (“Laboratorio de Óptica”). • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Óptica Coherente”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, tanto con las obligatorias como con la optativa y de manera independiente, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el comportamiento de la luz en medios materiales, incluyendo la propagación de luz en cristales. • Comprender la distinción entre velocidad de fase y de grupo. • Manejar los distintos estados de la luz polarizada y saber cómo les afecta la reflexión y refracción en dieléctricos, metales y medios anisótropos • Interpretar los patrones interferenciales que se obtienen cuándo dos o más ondas se superponen y los requisitos que las ondas han de verificar • Interpretar los patrones de difracción de diferentes aperturas • Utilizar la aproximación geométrica para hacer marchas de rayos a través de diferentes instrumentos y comprender la imagen óptica • Saber las bases de funcionamiento de las diferentes fuentes de luz, especialmente el láser • Conocer las bases de funcionamiento de detectores de luz para poder elegir el adecuado para un problema particular • Establecer los límites de la óptica lineal y dar una explicación clásica de los fenómenos no lineales • Conocer los principios básicos de propagación de la luz guiada y su utilización en el campo de las comunicaciones mediante fibra óptica • Observar en el laboratorio los fenómenos explicados en teoría y adquirir destreza en el alineamiento de componentes ópticas y capacidad crítica a la hora de dar sus resultados y sus medidas • En la asignatura optativa, profundizar tanto teórica como experimentalmente en los fenómenos de propagación, interferencias y difracción de haces procedentes de fuentes coherentes como el láser. 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Óptica			
Asignaturas:			
Óptica I 6 créditos ECTS 3º curso 1º cuatrimestre	Óptica II 6 créditos ECTS 3º curso 2º cuatrimestre	Laboratorio de óptica 3 créditos ECTS 3º curso 1º cuatrimestre	Óptica Coherente 4,5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre
<p align="center">Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas Óptica I y Óptica II, estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas, los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)</p> <p>En cada una de ellas se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.</p> <p>A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por si mismos las competencias del módulo.</p> <p>En el caso de la asignatura Laboratorio de Óptica las actividades formativas presenciales estarán en torno al 60% de los créditos ECTS. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120, donde se reduce al 40% el "trabajo personal del estudiante" porque se aumenta en un 10% el tiempo de "interacción profesor-estudiante". Este tiempo será destinado a la preparación de las prácticas mediante clases magistrales al total de los estudiantes.)</p> <p>Las asignaturas de Óptica I y de Laboratorio de Óptica se desarrollarán coordinadamente para que el estudiante pueda reforzar en el laboratorio los conceptos vistos en Teoría y desempeñar las competencias previstas. Con este fin el laboratorio se estructurará en cuatro bloques de dos prácticas secuenciados de acuerdo con el desarrollo de la asignatura teórica. Previamente a la realización de una práctica se hará una clase teórica para explicar el material de que se dispone y el procedimiento que se va a seguir. Al finalizar se hará una discusión de la misma con el grupo de prácticas. El alumno debe recoger los resultados de sus medidas y elaborar un informe razonado de cada práctica que mostrará al profesor.</p>			

En la asignatura optativa, Óptica Coherente, los alumnos harán 3 créditos teóricos y 1.5 de laboratorio. Al ser una asignatura optativa en el último cuatrimestre del grado se insistirá en la exposición de seminarios por parte de los alumnos y en que el trabajo en el laboratorio sea lo más autónomo posible.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las asignaturas de Óptica I y Óptica II se hará a partir del trabajo de los estudiantes a lo largo del curso y de un examen.

En el caso de la asignatura de laboratorio se valorará el trabajo del alumno en el laboratorio, los informes de las prácticas y un examen.

En la evaluación de la asignatura optativa se tendrán en cuenta: los informes del laboratorio, la exposición de seminarios y un examen.

Continuación del módulo: Óptica

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Óptica I

- Ecuaciones de ondas. Ondas dispersivas y no dispersivas.
- Índice de refracción. Teoría de la dispersión
- Propagación de la luz.
- Polarización.
- Campos en discontinuidades de medios. Ley de Snell y ecuaciones de Fresnel
- Interferencias.
- Difracción.

Óptica II

- Medios anisótropos
- Introducción a la óptica no lineal.
- Óptica geométrica.
- Emisores y detectores de radiación.
- Láseres.
- Óptica guiada. Fibras ópticas.

Laboratorio de Óptica

- Óptica geométrica
- Dispersión de un material
- Polarización de la luz
- Interferencias
- Difracción

Óptica Coherente

- Difracción de Fresnel
- Transformada de Fourier óptica
- Análisis espectral de la formación de imagen
- Holografía
- Propagación de haces gaussianos

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Termodinámica y Física Estadística</p>	<p>Créditos: 28.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 6 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una, programadas en el segundo curso, una en el primer cuatrimestre (“Termodinámica I”) y otra en el segundo cuatrimestre (“Termodinámica II”). • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del segundo curso (“Laboratorio de Termodinámica”). • 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del tercer curso (“Física Estadística”). • 2 asignaturas optativas de 4,5 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre de cuarto curso (“Física Estadística Avanzada” y “Física de Convertidores Energéticos”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, tanto con las obligatorias como con las optativas y de manera independiente, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados de equilibrio de los sistemas termodinámicos. • Conocer los Principios de la Termodinámica y sus consecuencias. • Conocer el Primer Principio como principio general de conservación de la energía, con una función de estado, la energía interna. • Conocer cómo la entropía y sus propiedades dan cuenta del comportamiento termodinámico de los sistemas. • Conocer los potenciales termodinámicos como información completa de un sistema termodinámico. • Comprender la relación directa entre el formalismo termodinámico y los experimentos. • Utilizar el formalismo termodinámico, junto con información adicional (ecuaciones de estado, calor específico), para la resolución de problemas particulares. • Conocer las diferentes colectividades estadísticas y sus conexiones con los potenciales termodinámicos. • En la primera asignatura optativa, conocer y asimilar los métodos y modelos habituales en la física estadística del no equilibrio. • En la segunda asignatura optativa, Conocer e identificar las diferentes formas de conversión energética así como su caracterización física. 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Termodinámica y Física Estadística		
Asignaturas:		
Termodinámica I 6 créditos ECTS 2º curso 1º cuatrimestre	Termodinámica II 6 créditos ECTS 2º curso 2º cuatrimestre	Laboratorio de Termodinámica 3 créditos ECTS 2º curso 2º cuatrimestre
Física Estadística 4,5 créditos ECTS 3º curso 2º cuatrimestre	Física Estadística Avanzada 4,5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	Física de Convertidores Energéticos 4,5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre
<p align="center">Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las asignaturas del módulo se desarrollarán coordinadamente. En cada una de ellas se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.</p> <p>A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por si mismos las competencias del módulo.</p> <p>Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas Termodinámica I, Termodinámica II, Física Estadística, Física Estadística Avanzada y Física de Convertidores Energéticos, estará en torno al 40% de los</p>		

créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica -, página 119)

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para la asignatura de Laboratorio de Termodinámica, estará en torno al 50% de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la experimentación en el laboratorio, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las asignaturas Termodinámica I y II, Física Estadística, Física Estadística Avanzada y Física de Convertidores Energéticos se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

La evaluación de la asignatura de Técnicas Experimentales en Termodinámica se realizará a través del trabajo del alumno en el laboratorio, los informes de las prácticas y un examen.

Continuación del módulo: Termodinámica y Física Estadística

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Termodinámica I

- Sistemas cerrados: formulación de Born-Carathéodory. Primer y Segundo Principios.
- Sistemas abiertos: formulación de Gibbs. Ecuación fundamental. Potencial químico.
- Condiciones de equilibrio y estabilidad.
- Potenciales termodinámicos.
- Teorema de Gibbs. Regla de las fases. Teorema de Duhem

Termodinámica II

- Transiciones de fase. Fenómenos críticos.
- Bajas temperaturas. Tercer Principio.
- Termodinámica aplicada (termodinámica de sistemas químicos, sólidos, eléctricos y magnéticos; ciclos de interés técnico).
- Termodinámica de Procesos Irreversibles.

Laboratorio de Termodinámica

- Calibrado de termómetros.
- Termómetro de gas a volumen constante.
- Coeficientes de dilatación de líquidos y sólidos.
- Calores específicos de líquidos y sólidos.
- Capacidades caloríficas del aire.
- Coeficiente adiabático del aire.
- Ecuación de estado de los gases ideales.
- Ecuación de estado de un hilo de caucho.
- Entalpías de vaporización y temperatura de ebullición de líquidos.
- Punto crítico.

Física Estadística

- Mecánica Estadística Clásica. Teoría de colectividades.
- Aplicaciones de la colectividad canónica. Gases ideales y reales.
- Mecánica Estadística Cuánticas. Estadísticas Cuánticas. Límite clásico.
- Aplicaciones de la Mecánica Estadística Cuántica: Gases ideales cuánticos. Radiación electromagnética. Sólidos cristalinos. Gas de electrones. Gases poliatómicos. Paramagnetismo

Física Estadística Avanzada

- Modelos reticulares en Física Estadística: El modelo de Ising.
- Teoría microscópica de fluidos en equilibrio.
- Ecuación de Boltzmann. Teorema H. Coeficientes de transporte.
- Movimiento Browniano. Ecuaciones de Langevin y de Fokker-Planck.
- Percolación y redes complejas.

Física de Convertidores Energéticos

- Ciclos de potencia: gas, vapor y combinados.
- Motores alternativos de combustión interna.
- Conversión termoeléctrica.
- Conversión de energía solar fototérmica y fotovoltaica.
- Conversión de energía en sistemas químicos y biológicos.

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Física Cuántica</p>	<p>Créditos: 25.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 5 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 asignaturas obligatorias de 6 créditos ECTS cada una, programadas en el tercer curso, una en el primer cuatrimestre (“Física Cuántica I”) y otra en el segundo cuatrimestre (“Física Cuántica II”). • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del tercer curso (“Laboratorio de Física Cuántica”). • 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programa en el primer cuatrimestre del cuarto curso (“Mecánica Cuántica”). • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Mecánica Cuántica Avanzada”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, tanto con las obligatorias como con la optativa y de manera independiente, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las bases experimentales de la Física Cuántica • Manejar con soltura las unidades típicas de la escala atómica • Conocer el carácter dual onda-corpúsculo de los fenómenos microscópicos • Aplicar el concepto de función de onda • Comprender el significado del operador momento angular • Describir fenómenos cuánticos mediante la ecuación de Schrödinger • Resolver la ecuación de Schrödinger para problemas unidimensionales • Resolver la ecuación de Schrödinger para problemas tridimensionales invariantes por rotaciones (átomo de H, oscilador armónico) • Entender el comportamiento de las partículas idénticas • Utilizar el principio de Pauli para explicar la estructura de la tabla periódica • Aplicar teoría de perturbaciones independientes del tiempo en diversas situaciones, como al cálculo de la estructura fina de los espectros atómicos • Conocer el papel fundamental de las simetrías en la Física Cuántica • Entender la descripción de colisiones en Mecánica Cuántica • Conocer las ecuaciones relativistas de la Mecánica Cuántica • Saber calcular transiciones radiativas • En la asignatura optativa, entender la formulación de la Mecánica Cuántica con integrales de camino • En la asignatura optativa, comprender el concepto de propagador 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Física Cuántica				
Asignaturas:				
Física Cuántica I	Física Cuántica II	Mecánica Cuántica	Mecánica Cuántica Avanzada	Laboratorio de Física Cuántica
6 créditos ECTS	6 créditos ECTS	6 créditos ECTS	4.5 créditos ECTS	3 créditos ECTS
3 ^{er} curso	3 ^{er} curso	4 ^o curso	4 ^o curso	3 ^{er} curso
1 ^{er} cuatrimestre	2 ^o cuatrimestre	1 ^{er} cuatrimestre	2 ^o cuatrimestre	2 ^o cuatrimestre
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las actividades formativas para las asignaturas del módulo contemplan el uso de diversas técnicas metodológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje encaminadas a la consecución de las competencias previstas. Entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases de contenido fundamentalmente teórico impartidas mediante clase magistral. Asistidas por el uso de las que faciliten la presentación de fenómenos mediante simulaciones de ordenador • Clases de aplicación de la teoría mediante técnicas de aprendizaje basado en problemas o similares, en que se resuelven fundamentalmente problemas y casos prácticos • Clases prácticas de laboratorio • Seminarios elaborados por grupos de alumnos e impartidos al resto de sus compañeros. Están dedicados al desarrollo de actividades de formación y aprendizaje en grupo y pretenden la adquisición de competencias relacionadas con la comunicación oral. • Tutorías especializadas, presenciales o virtuales, para orientar al estudiante en su trabajo autónomo. Especialmente en la realización de trabajos en grupo. • Trabajo personal y de estudio: En el trabajo autónomo se incluye también la participación en actividades propuestas para la asignatura en la plataforma de e-learning, como resolver cuestionarios, seguir simulaciones, lecturas recomendadas o autoevaluaciones. <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas de Física Cuántica I y II, Mecánica Cuántica y Mecánica Cuántica Avanzada estará en torno al 40 % e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para la asignatura de Laboratorio de Física Cuántica estará en torno al 60% e incluyen clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la experimentación en el laboratorio y prácticas en el aula de informática, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120,</p>				

donde se reduce al 40% el "trabajo personal del estudiante" porque se aumenta en un 10% el tiempo de "interacción profesor-estudiante". Este tiempo será destinado a la preparación de las prácticas mediante clases magistrales al total de los estudiantes.)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las asignaturas de carácter teórico se realizará a partir exámenes, resolución individual de problemas y exposición de trabajos.

En cuanto a las asignaturas de carácter marcadamente experimental la evaluación incluye un examen, los informes que sobre cada práctica deberá presentar el estudiante y la exposición de los mismos.

Continuación del módulo: Física Cuántica

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Física Cuántica I

- Orígenes de la Física Cuántica
- Función de onda y ecuación de Schrödinger
- Magnitudes físicas y medida: operadores
- Problemas en una dimensión: estados ligados y estados de difusión
- Formalismo de la Mecánica Cuántica: Notación de Dirac
- Aplicaciones de los postulados: espín

Física Cuántica II

- Momento angular
- Métodos aproximados: Teoría de perturbaciones
- Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones con potenciales centrales
- Átomo de Hidrogeno
- Átomos en campos electromagnéticos: Efectos Zeemann , Stark y transiciones radiativas
- Partículas idénticas. Átomos multielectrónicos
- Introducción al magnetismo ordenado
- La molécula de H_2^+ . Nociones de enlace químico

Mecánica Cuántica

- Teoría cuántica de la difusión
- Simetrías en Mecánica Cuántica
- Teoría WKB y método variacional
- Ecuaciones de onda relativistas
- Teoría cuántica de la radiación

Mecánica Cuántica Avanzada

- Conceptos Fundamentales Integrales de Caminos
- Invariancia Gauge
- Propiedades Globales de los Propagadores
- Instantones

Laboratorio de Física Cuántica

- Efecto fotoeléctrico
- Espectros atómicos
- Efecto Zeemann
- Difracción de electrones
- Ley de Moseley
- Difracción y absorción de rayos X
- Resonancia de espín del electrón

Comentarios adicionales

Denominación del módulo: Física del Estado Sólido	Créditos: 10.5
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 2 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del tercer curso (“Física del Estado Sólido I”). • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Física del Estado Sólido II”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, tanto con la obligatoria como con la optativa y de manera independiente, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-8, CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saber calcular aspectos geométricos de átomos en cristales a partir de las características de los mismos. • Comprender la importancia que tiene la simetría de un sistema físico respecto de los observables del mismo. • Aprender y utilizar someramente algunos métodos de cálculo de estructura de bandas. • Saber interpretar una estructura de bandas. • Saber plantear modelos sencillos de sistemas físicos y caracterizar los observables del mismo. • Aprender a deducir propiedades de materiales teniendo en cuenta su composición química y los estados de energía de iones y electrones. • En la asignatura optativa, saber deducir propiedades mecánicas a partir de modelos para el cálculo de la energía del material y de su simetría cristalina. • En la asignatura optativa, aprender las propiedades dieléctricas de los materiales y la justificación de las mismas. • En la asignatura optativa, comprender la relación entre propiedades magnéticas y el momento angular de los sistemas físicos. • En la asignatura optativa, aprender el fundamento cuántico del orden magnético y justificar mediante modelos los distintos tipos de orden magnético. • En la asignatura optativa, saber las características de un superconductor. • En la asignatura optativa, saber describir las características estructurales y superconductoras de los superconductores de altas temperaturas 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Física del Estado Sólido		
Asignaturas:		
Física del Estado Sólido I 6 créditos ECTS 3 ^{er} curso 2º cuatrimestre	Física del Estado Sólido II 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Con las asignaturas “Física del Estado Sólido I y II” se proporcionan a los alumnos los fundamentos, teorías y características de los materiales sólidos. Los contenidos teóricos de cada tema se expondrán mediante clases presenciales en las cuales se expondrán las razones para plantear los temas, los aspectos básicos de los mismos, las características físicas del modelo que (en su caso) se plantee y las consecuencias que de ello se derivan para que los estudiantes adquieran las competencias previstas.. Ello permitirá señalar qué aspectos deben ser objeto de trabajo por parte de los estudiantes, qué teorías, propiedades y fenómenos físicos están concernidos por el tema que se expone.</p> <p>En coordinación con la teoría se impartirán clases presenciales de problemas y también se llevarán a cabo simulaciones con ordenador en aula de informática de modelos y procesos en Física del Estado Sólido. En las clases de problemas se resolverán los casos más característicos y se establecerá el mínimo de los mismos que obligatoriamente deberán resolver, dando las sugerencias y explicaciones pertinentes al caso. Además se propondrá una relación de trabajos relacionados con cada uno de los temas, así los estudiantes podrán comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.</p> <p>A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores también propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. Estos seminarios se utilizarán para labores de recapitulación, aclarar aspectos concretos y para exponer y criticar las tareas que se hayan encomendado. Los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y alcanzar las competencias previstas. Las tutorías estarán canalizadas a responder las dudas de los alumnos y explicar detalladamente los trabajos y los procesos de simulación.</p> <p>Los seminarios tutelados se utilizarán para labores de recapitulación, aclarar aspectos concretos y para exponer y criticar las tareas que se hayan encomendado. Las tutorías estarán canalizadas a responder las dudas de los alumnos y explicar detalladamente los trabajos y los procesos de simulación.</p> <p>Se propondrá una bibliografía básica de dos o tres textos. Al principio del curso los alumnos tendrán a su alcance toda la documentación de la asignatura: programas, notas sobre los temas de los profesores, relación de problemas, simulaciones y trabajos.</p>		

Los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos y simulaciones propuestos, para terminar de alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las dos asignaturas del módulo estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), simulación de procesos y experimentos, los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación en cada una de las asignaturas se llevará a cabo teniendo en cuenta la resolución de las tareas encomendadas, la exposición de lo que se considere pertinente ante sus colegas y profesores encargados y la realización de un examen de teoría y problemas, pues se considera esencial que el alumno demuestre que tiene un dominio global sobre la materia.

Continuación del módulo: Física del Estado Sólido

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Nombre: Física del Estado Sólido I

- Conceptos básicos
- Difracción de rayos X en cristales
- Estados electrónicos en un cristal
- Dinámica de iones en un cristal
- Dinámica y transporte de portadores

Nombre: Física del Estado Sólido II

- Propiedades mecánicas
- Propiedades dieléctricas
- Respuesta lineal dieléctrica
- Propiedades magnéticas
- Superconductividad

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Electrónica Física</p>	<p>Créditos: 12</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 3 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del segundo curso (“Instrumentación Electrónica”). • 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del cuarto curso (“Electrónica Física”). • 1 asignatura obligatoria de laboratorio de 3 créditos ECTS programa en el primer cuatrimestre del cuarto curso (“Laboratorio de Electrónica”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir la dinámica semiclásica de partículas cargadas (portadores) en un semiconductor y, en particular, de entender cómo la estructura de bandas de un semiconductor afecta a la masa efectiva de los portadores en bandas de valencia (huecos) y conducción (electrones). • Identificar el papel que desempeña el nivel de Fermi para describir las poblaciones de portadores en un semiconductor en equilibrio y en qué condiciones puede reemplazarse la estadística de Fermi-Dirac por la de Maxwell-Boltzmann. • Justificar por qué medios y en qué rango de temperatura se puede controlar la densidad de portadores en un semiconductor en equilibrio. • Describir los efectos de la ruptura de equilibrio termodinámico sobre el nivel de Fermi, de utilizar un modelo de deriva difusión para describir el transporte de carga en un semiconductor y de identificar los principales parámetros que condicionan la movilidad en un semiconductor. • Describir la generación y la recombinación (GR) de portadores en un semiconductor y de explicar por qué la estructura de bandas de un semiconductor condiciona la naturaleza radiativa/no radiativa de la GR. • Trazar un diagrama de bandas de energía de una unión de dos materiales y, en particular, de homo- y hetero-uniones de semiconductores y de heterouniones metal-semiconductor. • Aplicar los modelos de transporte de carga a estructuras semiconductoras básicas (diodos), de identificar qué mecanismo de conducción es el dominante, de seleccionar las condiciones de contorno adecuadas y de resolver analíticamente problemas de transporte de carga en una dimensión bajo diferentes condiciones de polarización, recombinación y generación. • Describir los comportamientos DC y AC de diodos PN, metal-semiconductor y MOS (Metal-Oxido-Semiconductor). • Formular las ecuaciones de los modelos básicos que describen el funcionamiento en DC de los dos tipos básicos de transistores: de efecto de campo (FET) y bipolar. • Obtener el circuito equivalente de un transistor y de emplearlo en circuitos analógicos básicos. 	

- Identificar los puntos críticos en el funcionamiento de transistores cuando sus dimensiones se reducen hasta la escala nanométrica.
- Ser capaz de realizar simulaciones básicas de tipo SPICE con dispositivos electrónicos.
- Ser capaz de diseñar e implementar un sistema de medida de las principales magnitudes eléctricas de un circuito eléctrico identificando los principales parámetros de cada instrumento de medida.
- Ser capaz de identificar las principales fuentes de ruido e interferencia en un circuito de acuerdo con el rango de frecuencias bajo estudio y de proponer soluciones para disminuir el impacto del ruido en la medida.
- Ser capaz de identificar los principales sensores disponibles para cada tipo de medida y sus requisitos para su adaptación a un sistema electrónico de medida.
- Ser capaz de implementar y medir la respuesta de circuitos electrónicos analógicos y digitales básicos.
- Ser capaz de implementar un sistema automatizado de adquisición de datos.

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Electrónica Física		
Asignaturas:		
Instrumentación Electrónica 3 créditos ECTS 2º curso 1º cuatrimestre	Electrónica Física 6 créditos ECTS 4º curso 1º cuatrimestre	Laboratorio de Electrónica 3 créditos ECTS 4º curso 1º cuatrimestre
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>La asignatura de “Instrumentación Electrónica” se imparte de manera temprana en el Grado con el fin de que el estudiante adquiera las competencias que se han previsto en el campo de las medidas eléctricas y en su implementación con circuitos electrónicos, dado que éstos constituyen la base de la mayoría de las medidas en un laboratorio actual. Por ello se pone especial énfasis en la estructura modular de la medida, en el carácter de propósito general de la mayoría de los instrumentos electrónicos de medida y en la variedad de sensores que pueden emplearse, así como en las necesidades de interfaz entre éstos y los citados instrumentos. En la asignatura “Laboratorio de Física” de 1º Curso los estudiantes han adquirido destrezas en el tratamiento de fuentes de error en la medida por lo que se aplicarán estos conocimientos. Damos mucha importancia en esta Asignatura a que el estudiante sea capaz de alcanzar un grado suficiente de autonomía: localización de fuentes de información sobre medidas e instrumentos, comprensión de las características de interfaz de estos últimos, identificación de fuentes de ruido, etc. de manera que se inicie en las competencias previstas.</p> <p>La asignatura de “Electrónica Física” es, como queda apuntado más arriba, de naturaleza teórica y exige al estudiante un esfuerzo de síntesis y de aplicación de las competencias y resultados de aprendizajes adquiridos en otras materias, muy especialmente, los adquiridos en las asignaturas de 3º Curso: Física de Estado Sólido y Física Estadística. Tras las clases teóricas y los seminarios tutelados, el profesor de la asignatura asignará a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor. Parte de los ítems presentados en teoría son susceptibles de medida y simulación y como tales se tratan en la asignatura “Laboratorio de Electrónica” de manera que tanto en la asignatura de “Electrónica Física” como en la asociada de “Laboratorio de Electrónica” el estudiante pueda desarrollar las competencias previstas.</p> <p>Los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y trabajo que les permita analizar los conceptos en los que se basa la teoría, desarrollar habilidades mediante la resolución de problemas y trabajos propuestos, para alcanzar las competencias señaladas. En las asignaturas de Laboratorio se desarrollan habilidades propias del trabajo experimental que complementan las de naturaleza teórica.</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para la asignatura Electrónica Física estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea</p>		

conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas Instrumentación Electrónica y Laboratorio de Electrónica estará en torno al 50 % de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales de preparación a las prácticas a llevar a cabo, la experimentación en el laboratorio y la práctica en el aula de informática, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de la asignatura “Electrónica Física”, de carácter esencialmente teórico, se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y resolución individual de problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

La evaluación de las asignaturas “Laboratorio de Electrónica” e “Instrumentación Electrónica” se realizará a partir de los informes que sobre cada práctica deberá presentar el estudiante por escrito (que necesariamente incluirán los resultados obtenidos en las medidas, los procedimientos de ejecución de las mismas y un análisis de errores) y un examen.

Continuación del módulo: Electrónica Física

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Instrumentación Electrónica

- Componentes y circuitos básicos
- Diagrama de bloques de un instrumento electrónico genérico
- Instrumentos
- Propiedades y características del ruido
- Especificaciones de los sensores
- Instrumentación Analógica Básica
- Funciones de conversión analógico/Digital y Digital/Analógico.
- Puertas analógicas o modulares
- Instrumentación virtual

Electrónica Física

- Semiconductores simples y compuestos
- Fenómenos de transporte en semiconductores
- Dispositivos electrónicos bipolares: Unión PN y transistor bipolar
- Dispositivos electrónicos unipolares. Transistores de efecto de campo
- Opto-electrónica
- Nanodispositivos

Laboratorio de Electrónica

- Determinación del gap de un semiconductor
- Determinación de la movilidad de portadores en un semiconductor
- Características I-V de algunos dispositivos electrónicos
- Capacidad de la unión PN y de la estructura Metal-óxido-semiconductor
- Polarización del Transistor bipolar y amplificación
- Circuitos lógicos discretos e integrados
- Simulación con PSPICE

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Física Nuclear y de Partículas</p>	<p>Créditos: 16.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 3 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS programada en el primer cuatrimestre del cuarto curso (“Física Nuclear y de Partículas”). • 1 asignatura optativa de laboratorio de 4,5 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Laboratorio de Física Nuclear”). • 1 asignatura optativa de 6 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Física de Partículas”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, tanto con la obligatoria como con la optativa y de manera independiente, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entender la constitución del núcleo atómico y sus propiedades básicas: energía de ligadura, tamaños y formas, modos de desintegración, etc. • Ser capaz de modelizar dichas propiedades utilizando tanto modelos microscópicos como semiclásicos. • Ser capaz de describir procesos de desintegración nuclear y de calcular las propiedades de las cadenas radiactivas. • Conocer cuáles son los constituyentes últimos de la materia. • Conocer los tipos y características de las interacciones fundamentales. • Conocer las leyes de conservación asociadas a las distintas interacciones. • En la primera asignatura optativa, conocer los procesos básicos de interacción radiación-materia. • Conocer las técnicas experimentales de la física nuclear y de partículas y sus aplicaciones en otros campos: medicina, energía, etc. • En la primera asignatura optativa, familiarizarse con el uso de detectores habituales en física nuclear de bajas energías. • En la primera asignatura optativa, conocer los problemas estadísticos asociados al proceso de detección. • En la primera asignatura optativa, conocer los efectos biológicos de la radiación y los criterios para la estimación de riesgos radiológicos. • En la segunda asignatura optativa, Entender el concepto de simetría interna y su importancia en la física de partículas. 	

- En la segunda asignatura optativa, entender el esquema de clasificación de la materia hadrónica.
- En la segunda asignatura optativa, conocer el modelo estándar electro-débil.
- En la segunda asignatura optativa, adquirir las habilidades necesarias para describir reacciones entre partículas fundamentales.
- En la segunda asignatura optativa, conocer la interrelación entre la física de partículas y la astrofísica y la cosmología.

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Física Nuclear y de Partículas		
Asignaturas:		
Física Nuclear y de Partículas 6 créditos ECTS 4º curso 1º cuatrimestre	Física de Partículas 6 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	Laboratorio de Física Nuclear 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las actividades formativas para las asignaturas del módulo contemplan el uso de diversas técnicas metodológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje encaminadas a la consecución de las competencias previstas. Entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases de contenido fundamentalmente teórico impartidas mediante clase magistral. Asistidas por el uso de las que faciliten la presentación de fenómenos mediante simulaciones de ordenador • Clases de aplicación de la teoría mediante técnicas de aprendizaje basado en problemas o similares, en que se resuelven fundamentalmente problemas y casos prácticos • Clases prácticas de laboratorio. • Seminarios elaborados por grupos de alumnos e impartidos al resto de sus compañeros. Están dedicados al desarrollo de actividades de formación y aprendizaje en grupo y pretenden la adquisición de competencias relacionadas con la comunicación oral. • Tutorías especializadas, presenciales o virtuales, para orientar al estudiante en su trabajo autónomo. Especialmente en la realización de trabajos en grupo. • Trabajo personal y de estudio: En el trabajo autónomo se incluye también la participación en actividades propuestas para la asignatura en la plataforma de e-learning, como resolver cuestionarios, seguir simulaciones, lecturas recomendadas o autoevaluaciones. <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas de Física Nuclear y de Partículas y Física de Partículas estará en torno al 40 % e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica, página 119)</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, de la asignatura de Laboratorio de Física Nuclear estará en torno al 60% e incluyen clases magistrales de teoría, experimentación en el laboratorio y trabajo de ordenador, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación.</p>		

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las asignaturas de carácter teórico se realizará a partir exámenes, resolución individual de problemas y exposición de trabajos.

En cuanto a las asignaturas de carácter marcadamente experimental la evaluación incluye un examen, los informes que sobre cada práctica deberá presentar el estudiante y la exposición de los mismos.

Continuación del módulo: Física Nuclear y de Partículas

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Física Nuclear y de Partículas

- Partículas elementales: clasificación y propiedades
- Interacciones fundamentales
- Leyes de conservación
- El núcleo atómico: propiedades globales
- Interacción nucleón-nucleón
- Modelos nucleares
- Interacciones débiles y electromagnéticas en núcleos
- Aplicaciones de la Física Nuclear: Fisión, Fusión

Física de Partículas

- Colisiones elásticas e inelásticas de dos partículas
- Simetrías espacio-temporales e internas
- Modelo quark
- Electrodinámica de fermiones
- Partones y QCD
- Interacción débil
- Unificación: el modelo estándar
- Partículas, astrofísica y cosmología

Laboratorio de Física Nuclear

Contenido teórico:

- Desintegración radiactiva de los núcleos
- Interacción radiación-materia y tipos de detectores
- Estadística de la detección
- Protección radiológica

Prácticas de laboratorio:

- Medida de la semivida de un radionúclido
- Espectrometría gamma con detectores de germanio
- Coeficiente de distribución angular de la cascada γ del ^{60}Co
- Detección de partículas α con detectores de Si: estructura fina del ^{241}Am
- Implementación de un algoritmo de análisis de espectros (ordenador)

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Gravitación y Cosmología</p>	<p>Créditos: 9 ECTS</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 2 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura obligatoria de 4,5 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del tercer curso (“Astrofísica y Cosmología”). • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Gravitación”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, tanto con la obligatoria como con la optativa y de manera independiente, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-8, CE-10 traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los movimientos principales de la Tierra. • Manejar con soltura las coordenadas de la esfera celeste. • Conocer el concepto de luminosidad y magnitud. • Entender y saber aplicar las ecuaciones de estructura estelar. • Conocer las estructuras fundamentales del Universo: Galaxias, Cúmulos y supercúmulos. • Conocer la escala de indicadores de distancia en el Universo. • Comprender la expansión del Universo y la ley de Hubble. • Entender las ecuaciones de Friedman de la cosmología y sabe resolverlas para modelos concretos. • Conocer el concepto de materia y de energía oscuras, así como sus evidencias experimentales y sus consecuencias. • Entender la nucleosíntesis primordial y sabe aplicarla para deducir las abundancias primordiales de elementos ligeros. • Conocer la historia térmica del Universo. • Entender qué es la radiación de fondo de microondas y su importancia fundamental para determinar parámetros cosmológicos. • En la asignatura optativa, conocer y saber aplicar el principio de equivalencia de la gravitación. • En la asignatura optativa, entender la relación entre campo gravitatorio y geometría espacio-temporal. • En la asignatura optativa, comprender el principio de covariancia general y sabe aplicarlo para estudiar sistemas físicos en presencia de campos gravitatorios. • En la asignatura optativa, comprender las ecuaciones de Einstein del campo gravitatorio. • En la asignatura optativa, conocer y entender la geometría creada por una masa esférica y sabe resolver e interpretar las trayectorias en caída libre en dicho campo gravitatorio. • En la asignatura optativa, entender los rudimentos del colapso gravitatorio y los estados finales del colapso: enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros. • En la asignatura optativa, conocer el concepto de radiación de Hawking y su interpretación en términos de la termodinámica de agujeros negros. 	

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Gravitación y Cosmología	
Asignaturas:	
Astrofísica y Cosmología 4.5 créditos ECTS 3 ^{er} Curso 2 ^o Cuatrimestre	Gravitación 4.5 créditos ECTS 4 ^o Curso 2 ^o Cuatrimestre
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Las actividades formativas para las asignaturas del módulo contemplan el uso de diversas técnicas metodológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje encaminadas a la consecución de las competencias previstas. Entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases de contenido fundamentalmente teórico impartidas mediante clase magistral. Asistidas por el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación que faciliten la presentación de fenómenos mediante simulaciones de ordenador • Clases de aplicación de la teoría mediante técnicas de aprendizaje basado en problemas o similares, en que se resuelven fundamentalmente problemas y casos prácticos • Seminarios elaborados por grupos de alumnos e impartidos al resto de sus compañeros. Están dedicados al desarrollo de actividades de formación y aprendizaje en grupo y pretenden la adquisición de competencias relacionadas con la comunicación oral. • Tutorías especializadas, presenciales o virtuales, para orientar al estudiante en su trabajo autónomo. Especialmente en la realización de trabajos en grupo. • Trabajo personal y de estudio: En el trabajo autónomo se incluye también la participación en actividades propuestas para la asignatura en la plataforma de e-learning, como resolver cuestionarios, seguir simulaciones, lecturas recomendadas o autoevaluaciones. <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas del módulo estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica-, página 119)</p>	

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

Continuación del módulo: Gravitación y Cosmología

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Astrofísica y Cosmología

- Astronomía geocéntrica
- Física estelar
- Descripción del Universo
- Cosmología newtoniana
- Introducción al Universo temprano y al Universo tardío

Gravitación

- Gravitación newtoniana
- Principio de equivalencia
- Física en un espacio-tiempo curvado
- Ecuaciones de Einstein
- Geometría de Schwarzschild
- Colapso gravitatorio. Masa límite de Oppenheimer-Volkov y de Chandrasekhar
- Agujeros negros: radiación de Hawking

Comentarios adicionales

Ninguno

<p>Denominación del módulo: Física de la Atmósfera</p>	<p>Créditos: 10.5</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 2 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura optativa de 6 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Meteorología”). • 1 asignatura optativa de 4.5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Física del Clima”). 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas CE-1 a CE-8 y CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las bases conceptuales y experimentales de la Física de la Atmósfera. • Comprender en detalle los aspectos prioritarios del fluido atmosférico. • Conocer las variables atmosféricas más habituales y manejar con destreza sus relaciones y representaciones. • Entender y saber aplicar las leyes y principios físicos al fluido atmosférico. • Entender y comprender los aspectos básicos de la dinámica de fluidos aplicados a la atmósfera. • Familiarizarse con los fenómenos más importantes presentes en la atmósfera y adquirir destreza en su capacidad de valoración y medida de resultados. • Aprender a representar la distribución de los campos climáticos relacionados con la distribución de la energía térmica cinética y el ciclo hidrológico. • Aprender los métodos para clasificar el sistema de circulación atmosférica. • Aprender los métodos para identificar las escalas de variabilidad climática. • Iniciarse en los métodos de simulación climática. 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Ninguno</p>	

Continuación del módulo: Física de la Atmósfera		
Asignaturas:		
Meteorología 6 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	Física del Clima 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>En cada una de las asignaturas se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas y ejercicios prácticos, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.</p> <p>A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y cuestiones prácticas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por si mismos las competencias del módulo.</p> <p>Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte, un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.</p> <p>La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las asignaturas del módulo estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica -, página 119)</p> <p>Coordinación Docente</p> <p>Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar</p>		

temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).
- * Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las dos asignaturas se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas. Se valorará además la actividad presencial tanto en las clases de teoría como en los seminarios.

Continuación del módulo: Física de la Atmósfera.

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Meteorología

- La atmósfera terrestre
- Análisis de variables meteorológicas fundamentales
- Flujos de radiación en el sistema Tierra-atmósfera
- Introducción a la termodinámica de la atmósfera
- Introducción a la dinámica atmosférica
- Génesis y evolución de las masas de aire y frentes
- Proceso de formación de nubes y precipitación
- Fenómenos atmosféricos

Física del Clima

- Introducción al sistema climático
- Redes de datos, técnicas y métodos de análisis
- Balance energético. Radiación en la atmósfera y distribución de la energía
- Procesos de intercambio entre atmósfera-océano
- Circulación atmosférica. Modelos de circulación
- Variabilidad del sistema climático. Clasificaciones
- Modelos de simulación del clima

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Física de Comunicaciones</p>	<p>Créditos: 24 Créditos</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por 5 asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 asignatura optativa de 6 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del cuarto curso “Electrónica de Comunicaciones”. • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso “Sistemas Electrónicos Digitales”. • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso “Radiación y Propagación Electromagnéticas”. • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso “Ondas Electromagnéticas Guiadas”. • 1 asignatura optativa de 4,5 créditos ECTS programa en el segundo cuatrimestre del cuarto curso “Fótonica”. 	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 a CB-5, competencias generales CG-1 a CG-5 y competencias específicas de CE-1 a CE-10 traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender a diseñar circuitos que generen formas de onda de acuerdo con las especificaciones recibidas. • Ser capaz de diseñar amplificadores de banda ancha, de sintetizar filtros continuos en el tiempo y de diseñar moduladores y demoduladores básicos. • Entender los principios de conversión de señales digitales a analógicas y viceversa. • Utilizar herramientas de simulación tipo SPICE y de utilizarlas para el análisis y el diseño de circuitos electrónicos para comunicaciones. • Ser capaz de comprender las principales formas de modulación y transmisión de señales y los requisitos asociados. • Ser capaz de analizar y sintetizar sistemas básicos digitales de los tipos combinacional y secuencial. • Ser capaz de programar un dispositivo lógico. • Ser capaz de comprender la estructura interna de un microprocesador. • Conocer en detalle la física y aplicaciones de la radiación electromagnética atendiendo a las características de los sistemas radiantes. • Entender las características de la propagación electromagnética en el espacio abierto, con especial referencia al caso del vacío, la atmósfera y la ionosfera. • Aprender la influencia de la presencia de contornos discretos y transiciones continuas en la propagación electromagnética. • Aplicar los conocimientos acerca de las condiciones de contorno del campo electromagnético para comprender las características de su confinamiento en guías y cavidades. • Conocer las técnicas básicas de resolución de problemas de propagación guiada. • Valorar la importancia del conocimiento de la radiación y propagación electromagnéticas en el mundo de las telecomunicaciones. 	

- Manejar instrumentación típica de ondas guiadas.
- Conocer el comportamiento de los materiales ópticos y los efectos no lineales.
- Conocer las bases y funcionamiento de distintos tipos de láseres.
- Conocer la propagación de la luz en fibras ópticas así como el comportamiento de diversos dispositivos de óptica integrada.

Requisitos previos (en su caso)

Ninguno

Continuación del módulo: Física de Comunicaciones		
Asignaturas:		
Electrónica de Comunicaciones 6 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	Sistemas Electrónicos Digitales 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	Radiación y Propagación Electromagnéticas 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre
Ondas Electromagnéticas Guiadas 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	Fotónica 4.5 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre	
<p>Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante</p> <p>Este módulo se apoya fundamentalmente en las competencias desarrolladas en asignaturas obligatorias de los módulos de Electrónica Física, Electromagnetismo y Óptica. Se expondrán los contenidos teóricos del programa mediante clases presenciales, de acuerdo con una bibliografía de referencia de dos o tres textos por asignatura, acordes con las competencias previamente adquiridas y las que se desean alcanzar en este módulo.</p> <p>A continuación de los temas o grupos de temas impartidos se pasará a los seminarios de resolución de problemas, para lo que los alumnos dispondrán previamente <i>on line</i> de los correspondientes enunciados, con objeto de poder trabajar en ellos con suficiente antelación. En estas clases se atenderá especialmente a aclarar todos aquellos aspectos estudiados en las clases teóricas que requieran mejor comprensión y mayor atención del alumno. Se tratará de clases más participativas, en las que se fomentará la discusión y se analizarán las distintas alternativas para resolver los ejercicios. Se hará especial énfasis en aquellos aspectos de carácter interdisciplinar que permitan al alumno acercarse al campo de las aplicaciones de acuerdo con las competencias previstas.</p> <p>Las clases teóricas y prácticas constituyen el punto de arranque para la realización por parte de los estudiantes de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esas tutorías se fomentará la discusión tanto con el profesor como entre los propios alumnos. Se realizará una labor activa para impulsar la discusión, la comprensión precisa de los conceptos, las analogías con otros problemas de otros campos de la física, etc.</p>		

Obviamente, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de trabajos para así poder alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

En las asignaturas “Electrónica de Comunicaciones”, “Sistemas Electrónicos Digitales” y “Ondas Electromagnéticas Guiadas” se incluye una parte de laboratorio, cuyo contenido en créditos ECTS será:

- Electrónica de Comunicaciones: 1.5 créditos ECTS.
- Sistemas Electrónicos Digitales: 1 crédito ECTS.
- Ondas Electromagnéticas Guiadas: 1 crédito ECTS.

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las dos asignaturas de carácter principalmente teórico y las partes teóricas de las tres restantes estará en torno al 40 % de los créditos ECTS e incluyen las clases magistrales de teoría y resolución de problemas (utilizando cuando sea conveniente medios informáticos), los seminarios tutelados, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla MT - Materia Teórica -, página 119)

La dedicación a las actividades formativas presenciales, que implican una interacción profesor-estudiante, para las partes experimentales de las asignaturas que tienen laboratorio estará en torno al 50 % de los créditos ECTS e incluyen unas breves clases magistrales (de preparación a las prácticas a llevar a cabo), la experimentación en el laboratorio y la práctica en el aula de informática, la exposición de trabajos y la realización de exámenes o pruebas de evaluación. (Referencia tabla ME - Materia Experimental -, página 120)

Coordinación Docente

Al tratarse de un diseño conjunto de actividades formativas y sistemas de evaluación para las asignaturas del módulo, se establecerán mecanismos de coordinación docente para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los grupos de estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente entre las asignaturas de un mismo cuatrimestre para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas. Además, los mecanismos de coordinación garantizarán la coherencia de los programas y su actualización permanente.

Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:

- * Elaboración en equipo, por todos los profesores implicados en el módulo, de los programas detallados y la planificación docente de las asignaturas, que será compartida y difundida públicamente.
- * Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocer las actividades desarrolladas, valorar el rendimiento y alcance de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes y adecuar la programación a las actividades próximas a realizar.
- * Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación, y en todo caso, siempre que se considere necesario para realizar un seguimiento de las actividades de las distintas asignaturas, corregir posibles disfunciones y garantizar el buen desarrollo del Plan de Estudios. Estas reuniones serán de dos tipos: en las primeras se reunirán profesores de cada curso (con lo que se asegura la coordinación horizontal en la titulación); y en las

segundas se reunirán todos los profesores con docencia en la titulación (con lo que se asegura la coordinación vertical en la misma).

* Lista de correo electrónico entre profesores de la titulación, diferenciando explícitamente la del profesorado que imparte por cuatrimestres y cursos, para posibilitar la comunicación en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación de las partes teóricas de todas las asignaturas del módulo se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y resolución individual de problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

La evaluación de las partes experimentales de las asignaturas que incluyen prácticas de Laboratorio se realizará a partir de los informes que sobre cada práctica deberá presentar el estudiante por escrito (que necesariamente incluirán los resultados obtenidos en las medidas, los procedimientos de ejecución de las mismas y un análisis de errores) y un examen.

Continuación del módulo: Física de Comunicaciones

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Electrónica de Comunicaciones

- Circuitos generadores y acondicionadores de señal
- Amplificadores y Filtros
- Moduladores y demoduladores
- Comunicación y transmisión de señales analógicas y digitales

Sistemas Electrónicos Digitales

- Sistemas Combinacionales
- Sistemas Secuenciales
- Dispositivos Lógicos Programables
- Microprocesadores

Radiación y Propagación electromagnéticas

- Sistemas radiantes
- Antenas básicas
- Agrupaciones de antenas: direccionalidad
- Propagación en la atmósfera y reflexión ionosférica
- Scattering de ondas planas
- Aplicaciones: radar, radiogoniometría y radionavegación

Ondas electromagnéticas guiadas

- Conceptos básicos
- Líneas de transmisión
- Guías de ondas.
- Guías dieléctricas
- Laboratorio de ondas guiadas

Fotónica

- Materiales ópticos
- Óptica no lineal
- Láseres: Teoría y tipos
- Fibras ópticas y óptica integrada

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Prácticas Externas</p>	<p>Créditos: 24</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por asignaturas optativas, que podrán ser de ofertadas con un mínimo de 4.5 y un máximo de 24 créditos ECTS que se incluyen en el segundo cuatrimestre del cuarto curso.</p>	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con las asignaturas de este módulo los estudiantes adquirirán las competencias básicas CB-2 y CB-3, competencias generales CG-2 a CG-5 y competencias específicas CE-3, CE-4, CE-6, CE-7, CE-8 y CE-10, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las aplicaciones de la Física en el ámbito profesional de una empresa o un centro de investigación. • Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas de aplicación de la Física a situaciones reales. • Desarrollar la aplicación práctica de las competencias adquiridas en otros módulos del Plan de Estudios. 	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Haber superado los 60 créditos ECTS de formación básica y 60 créditos ECTS obligatorios de la titulación, y ser seleccionado en la oferta de práctica externas.</p> <p>No obstante, este sistema queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda desarrollar la Universidad de Salamanca y la Facultad de Ciencias para regular la oferta, duración, ubicación temporal, presentación y evaluación de Practicas Externas.</p>	

Continuación del módulo: Prácticas Externas
Asignaturas:
Prácticas externas Optativa con un mínimo de 4.5 y un máximo de 24 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre
Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante <p>Este módulo se ofertará cada curso con número de créditos y plazas limitadas, según los convenios de prácticas que en cada año estén vigentes y la posible extensión temporal de las mismas, que será computada con un mínimo de 4.5 y un máximo de 24 créditos ECTS (cada crédito ECTS equivalente a 25 horas de prácticas del estudiante).</p> <p>Se asignará a cada práctica ofertada un tutor interno (en la Universidad) y un tutor externo (en el lugar de realización de la práctica externa). Los dos tutores velarán por el cumplimiento de las estipulaciones prescritas en el convenio de prácticas en sus ámbitos respectivos. En colaboración elaborarán el perfil idóneo de estudiante que se incorpore a la práctica. El tutor interno evaluará la adecuación a ese perfil de los estudiantes que soliciten las prácticas ofertadas, realizando una propuesta de asignación. El tutor externo realizará el seguimiento de las tareas encomendadas al estudiante en la práctica externa, realizando un informe respecto al desempeño de las competencias previstas por parte del estudiante.</p> <p>Por su parte el estudiante que realice prácticas externas tendrá que elaborar una memoria donde se recojan las actividades realizadas durante las mismas y su relación con las competencias del módulo.</p> Coordinación Docente <p>Los tutores interno y externo se coordinarán para garantizar que el desarrollo de las prácticas externas se ajusta al planteamiento previsto en los convenios de prácticas y es similar para todos los estudiantes que cursen alguna de las asignaturas del módulo. También es necesaria una coordinación docente con otras asignaturas que los estudiantes estén cursando en el mismo cuatrimestre, para planificar temporalmente y coordinar el trabajo que se propone a los estudiantes en las diferentes asignaturas con la realización de las prácticas externas.</p> <p>Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son:</p> <ul style="list-style-type: none">* Elaboración en equipo, por parte de ambos tutores, de la planificación docente de las prácticas, que será compartida y difundida públicamente.

- * Contacto permanente entre los tutores para conocer las actividades desarrolladas y próximas a realizar.
- * Lista de correo electrónico entre tutores y profesores de la titulación para comunicar en cada momento las incidencias en las actividades previstas.
- * Reuniones periódicas de los tutores con el Coordinador de la titulación (nombrado por la Facultad de Ciencias) para realizar un seguimiento de las actividades propuestas y realizadas.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación se realizará por el tutor interno, a partir de los informes del tutor externo y la exposición del estudiante de su memoria de prácticas, valorándose la adquisición de las competencias previstas.

No obstante, este sistema queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda desarrollar la Universidad de Salamanca y la Facultad de Ciencias para regular la oferta, duración, ubicación temporal, presentación y evaluación de Prácticas Externas.

Continuación del módulo: Prácticas Externas

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Prácticas según las estipulaciones de los convenios de prácticas en vigor cada año.

Comentarios adicionales

<p>Denominación del módulo: Trabajo Fin de Grado</p>	<p>Créditos: 6</p>
<p>Duración y ubicación temporal dentro del Plan de Estudios:</p> <p>Compuesto por una asignatura de 6 créditos ECTS programada en el segundo cuatrimestre del cuarto curso (“Trabajo Fin de Grado”).</p>	
<p>Competencias y resultados del aprendizaje que el estudiante adquiere con dicho módulo</p> <p>Con la materia de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias CB-4, CB-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10 y CE-11 del Título, traducidas en los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de desarrollar, presentar y defender, de una manera adecuada a la audiencia, un trabajo relacionado con los contenidos del Grado en Física. <p>Con su realización como asignatura final del Plan de Estudios, el trabajo permitirá evaluar la adquisición por el estudiante del conjunto de competencias asociadas al título.</p>	
<p>Requisitos previos (en su caso)</p> <p>Para poder matricularse en este módulo, el estudiante debe haber superado los 60 créditos ECTS de formación básica y 120 créditos ECTS obligatorios.</p> <p>La presentación del trabajo de Fin de Grado requerirá haber superado 222 créditos ECTS del Plan de Estudios de la Titulación.</p> <p>No obstante, este sistema queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda desarrollar la Universidad de Salamanca y la Facultad de Ciencias para regular la elaboración, presentación y evaluación de Trabajos Fin de Grado.</p>	

Continuación del módulo: Trabajo Fin de Grado
Asignaturas:
Trabajo Fin de Grado 6 créditos ECTS 4º curso 2º cuatrimestre
Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante Cada curso académico se ofertará un catálogo de temas, a partir de las propuestas recibidas de los Departamentos y los estudiantes, sobre los que realizar el Trabajo Fin de Grado, cada uno de los cuales contará con un tutor asignado y un perfil idóneo de estudiante para realizar el trabajo en ese tema. El tutor correspondiente evaluará la adecuación a ese perfil de los estudiantes que soliciten realizar el Trabajo Fin de Grado en un tema, realizando una propuesta de asignación. El tutor se encargará también de orientar al estudiante en la elaboración del trabajo y en su redacción, así como en la preparación de su exposición oral. Se realizará un resumen en inglés. Coordinación Docente Al tratarse de una oferta conjunta de Trabajos Fin de Grado, con el mismo sistema de evaluación, los tutores de los trabajos se coordinarán para garantizar que su desarrollo se ajusta a este planteamiento compartido y es similar en todos los estudiantes que realizan el Trabajo. Los mecanismos de coordinación docente que se proponen son: * Elaboración en equipo, por todos los tutores en el módulo, de la oferta de Trabajos Fin de Grado, que será compartida y difundida públicamente. * Contacto permanente entre los tutores, para conocer las actividades desarrolladas y próximas a realizar. * Lista de correo electrónico entre los tutores de Trabajos Fin de Grado en la titulación para comunicar en cada momento las incidencias en las actividades previstas.

* Reuniones periódicas de los tutores con el Coordinador de la titulación (nombrado por la Facultad de Ciencias) para realizar un seguimiento de las actividades propuestas y realizadas, así como revisar la planificación del próximo mes.

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistemas de calificaciones

La evaluación se realizará sobre la exposición pública del trabajo por parte del estudiante, previo informe del tutor. La calificación de este trabajo valorará también la claridad expositiva, tanto escrita como verbal y la capacidad de debate y defensa argumental del estudiante.

No obstante, este sistema queda supeditado a la normativa propia que, al respecto, pueda desarrollar la Universidad de Salamanca y la Facultad de Ciencias para regular la elaboración, presentación y evaluación de Trabajos Fin de Grado.

Continuación del módulo: Trabajo Fin de Grado

Breve descripción de los contenidos de cada materia

Según los temas de trabajo ofertados cada año.

Comentarios adicionales

6. PERSONAL ACADEMICO

6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el Plan de Estudios propuesto

- **Personal académico disponible**

Para llevar a cabo el Plan de Estudios propuesto en el título de Grado en Física se cuenta con el personal académico que actualmente está adscrito a la Facultad de Ciencias y está impartiendo docencia en la Licenciatura en Física: una titulación de 5 cursos, con un total de 314 créditos (entendidos como 10 horas de dedicación lectiva para el estudiante y para el profesor), impartida en la Facultad de Ciencias, cuya docencia recae en más de un 74% en profesores de alguno de los tres Departamentos de Física: Física Aplicada, Física Fundamental y Física General y de la Atmósfera. En concreto, la distribución es la siguiente:

Tipo de asignatura	Créditos	Observaciones	Créditos asignados a Dptos. de Física	
Troncales	153		123	80%
Obligatorias	57		27	47%
Optativas	72	216 posibles de los que sólo 198 ofertados en 2008/2009	192	89%
Libre elección	32			
TOTAL	314			

Del mismo modo, en el Plan de Estudios de Grado en Física que se propone, el centro responsable de las enseñanzas sigue siendo la Facultad de Ciencias, y las materias que se incluyen están vinculadas en una gran proporción a las materias con contenido en Física para las que se cuenta con el profesorado de los mismos tres Departamentos que vienen impartiendo las materias en la Licenciatura en Física. En concreto

Tipo de asignatura	Créditos ECTS	Observaciones	Créditos de materias de módulos de Física	
Formación básica	60		30	50%
Obligatorias	150		138	92%
Optativas	24	72 ofertados	24	100%
Proyecto Fin de Grado	6		6	100%
TOTAL	240		198	82.5%

El 50% restante de créditos de formación básica que contempla el Plan de Estudios están vinculados a las materias “Matemáticas” e “Informática”, que también vienen impartándose (como asignaturas troncales, obligatorias u optativas) en la actual Licenciatura en Física por profesorado de Departamentos adscritos a la Facultad de Ciencias.

Así, partiendo de la relación de profesores que actualmente está adscrito a la Facultad de Ciencias, podemos hacer una estimación del profesorado que estaría disponible para asumir la gran mayoría de las responsabilidades docentes en el Plan de Estudios de Grado en Física. A este respecto, habrá que tener en cuenta que este personal imparte también docencia en otras titulaciones, por lo que su disponibilidad estará condicionada por la configuración docente que otros títulos de Grado puedan proponer.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Con esa cautela, e identificando la actual asignación de profesores a áreas de conocimiento como descripción del ámbito de especialidad de cada profesor, se puede establecer que el personal académico en el que recaerá principalmente la docencia de los estudios de Grado en Física tiene el siguiente perfil específico:

DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA

Categoría	Vinculación	Dedicación: Tiempo Completo (TC) Tiempo Parcial (TP (horas))	Experiencia Docente (años)	Experiencia Investigadora (años)	Área de Conocimiento
Catedrático Univ. (CU)	Permanente	TC	35	35	Electromagnetismo
Tit. Univ. (TU)	Permanente	TC	36	36	Electromagnetismo
TU	Permanente	TC	18	18	Electromagnetismo
TU	Permanente	TC	17	17	Electromagnetismo
Profesor Contratado Doctor Permanente (PCDP)	Permanente	TC	14	14	Electromagnetismo
Profesor Contratado Doctor (PCD)	Permanente	TC	15	15	Electromagnetismo
Profesor Asociado (P Asoc.)	Temporal	TP (6)	13	13	Electromagnetismo
CU	Permanente	TC	37	37	Electrónica
CU	Permanente	TC	13	17	Electrónica
TU	Permanente	TC	30	30	Electrónica
TU	Permanente	TC	17	21	Electrónica
TU	Permanente	TC	12	14	Electrónica
TU	Permanente	TC	13	15	Electrónica
PCDP	Permanente	TC	14	14	Electrónica
Profesor Ayudante Doctor (PAD)	Temporal	TC	0	7	Electrónica
CU	Permanente	TC	33	33	Física Aplicada
TU	Permanente	TC	31	31	Física Aplicada
TU	Permanente	TC	25	25	Física Aplicada
TU	Permanente	TC	17	17	Física Aplicada
TU	Permanente	TC	13	13	Física Aplicada
PCD	Permanente	TC	8	8	Física Aplicada
TU	Permanente	TC	34	31	Física de la Materia Condensada
P. Asoc.	Temporal	TP (6)	14	12	Física de la Materia Condensada
CU	Permanente	TC	30	30	Óptica
TU	Permanente	TC	29	27	Óptica
TU	Permanente	TC	19	19	Óptica
TU	Permanente	TC	34	34	Óptica
PCD	Permanente	TC	29	29	Óptica
PCD	Permanente	TC	8	12	Óptica
Contratado Ramón y Cajal (RyC)	Temporal	TC	11	11	Óptica

Total Profesores del Departamento de Física Aplicada: 28 Doctores, 2 No Doctores
5 CU, 15 TU, 2 PCDP, 4 PCD, 2 P Asoc, 1 PAD, 1 RyC

DEPARTAMENTO DE FÍSICA FUNDAMENTAL

Categoría	Vinculación	Dedicación: Tiempo Completo (TC) Tiempo Parcial (TP (horas))	Experiencia Docente (años)	Experiencia Investigadora (años)	Área de Conocimiento
CU	Permanente	TC	32	36	Física Atómica Molecular y Nuclear (F.A.M.y.N)
TU	Permanente	TC	18	18	F.A.M.yN.
TU Interino	Temporal	TC	20	24	F.A.M.yN.
TU	Permanente	TC	18	24	F.A.M.yN.
TU	Permanente	TC	13	14	F.A.M.yN.
PCDP	Permanente	TC	16	18	F.A.M.yN.
PCD	Permanente	TC	20	23	F.A.M.yN.
Profesor Ayudante (PA)	Temporal	TC	2	5	F.A.M.yN.
CU	Permanente	TC	42	40	Física Teórica (F.T.)
CU	Permanente	TC	37	37	F.T.
CU	Permanente	TC	35	37	F.T.
TU	Permanente	TC	29	29	F.T.
TU	Permanente	TC	20	22	F.T.
TU	Permanente	TC	13	16	F.T.
TU	Permanente	TC	16	16	F.T.
PCD	Permanente	TC	17	17	F.T.
RyC	Temporal	TC	10	13	F.T.
RyC	Temporal	TC	8	13	F.T.
RyC	Temporal	TC	4	25	F.T.
PAD	Temporal	TC	8	11	F.T.
PA	Temporal	TC	1	7	F.T.

Total Profesores del Departamento de Física Fundamental: 19 Doctores, 2 No Doctores
4 CU, 8 TU, 1 PCDP, 2 PCD, 1 PAD, 2 PA, 3 RyC

DEPARTAMENTO DE FÍSICA GENERAL Y DE LA ATMOSFERA

Categoría	Vinculación	Dedicación Tiempo Completo (TC) Tiempo Parcial (TP (nº horas))	Experiencia Docente (años)	Experiencia Investigadora (años)	Área de Conocimiento
CU	Permanente	TC	40	40	Física de la Tierra
TU	Permanente	TC	28	30	Física de la Tierra
TU	Permanente	TC	30	30	Física de la Tierra
TU	Permanente	TC	23	24	Física de la Tierra
TU	Permanente	TC	28	28	Física de la Tierra
TU	Permanente	TC	30	30	Física de la Tierra

Total Profesores del Departamento de Física General y de la Atmósfera: 6 Doctores
1 CU, 5 TU,

Hay que resaltar que del total de profesores disponibles (57 profesores) 53 son doctores. La dedicación de los profesores a tiempo completo es la siguiente: 15 profesores son con dedicación exclusiva al título y de los 40 restantes en media se considera un 50% de dedicación al título. Los profesores a tiempo parcial son dos asociados de 6 horas/semana y dedicación exclusiva al título.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

La experiencia Docente del profesorado es muy elevada: el 86% tiene más de 10 años de experiencia en el área correspondiente (el 46% de total posee más de 20 años de experiencia). Asimismo el 91% posee más de 12 años de actividad investigadora (el 58% del total mas de 18 años).

- **Otros recursos humanos disponibles**

Además del personal académico descrito anteriormente, para el Plan de Estudios de Grado en Física se dispone de más personal de apoyo, que actualmente viene desempeñando su labor en la Licenciatura en Física. En concreto, la relación específica es la siguiente:

Nº	Categoría	Vinculación	Adscripción
1	Técnico Especialista de Laboratorio	Permanente	Dpto. Física Aplicada
1	Técnico Especialista de Laboratorio	Permanente	Dpto. Física General y de la Atmósfera
2	Técnicos Aulas de Informática	Permanente	Centro de Proceso de Datos

- **Previsión de profesorado y otros recursos humanos necesarios**

Para analizar las previsiones de profesorado se contemplan las siguientes variables:

1ª) Estructura del Plan de Estudios

Las materias del título de Grado en Física que se propone están estructuradas de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipo de asignatura	Créditos ECTS	Observaciones
Formación básica	60	
Obligatorias	150	
Optativas	24	72 ofertados
Proyecto Fin de Grado	6	
TOTAL	240	

2ª) Número de créditos a impartir

En los planes de estudio anteriores al RD1393/2007 (Licenciaturas, Diplomaturas, Ingenierías) la carga docente se mide en créditos de 10 horas lectivas para el profesor y para el estudiante. Así, la capacidad docente de un profesor doctor con vinculación permanente que actualmente se contempla en el modelo de plantilla de la Universidad de Salamanca es de 24 créditos anuales, esto es, 240 horas lectivas, a las que hay que añadir 180 horas a disposición de los estudiantes que deseen ser atendidos en tutorías, para completar un total de 420 horas anuales que el profesor dedica a la docencia.

Repartidas por 30 semanas lectivas al año, esas 420 horas de dedicación docente se corresponden con 14 horas semanales, que se reparten en 8 horas lectivas semanales más 6 horas de tutoría.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Así, la capacidad docente de dicho profesor puede cuantificarse actualmente en horas de acuerdo al siguiente cuadro

	Clases de Teoría, Resolución de problemas y Exámenes (horas lectivas)	Tutorías (horas a disposición de los estudiantes)	TOTAL
Por crédito (antiguo)	10 h.	7.5 h.	17.5 h.
Por año (24 créditos año)	240 h.	180 h.	420 h.
Por semana (30 semanas año)	8 h.	6 h.	14 h.

Señalar que además de estas tareas utilizadas para medir la capacidad docente, la actividad docente del profesor universitario es más amplia: preparación de clases, preparación y corrección de exámenes, formación docente, etc. Todo ello, además de la dedicación investigadora de la que debe de ocuparse el profesor y de las responsabilidades de gestión que pudiera tener asignadas.

Partiendo de estas premisas, para computar los créditos a impartir en el título Grado en Física, habrá que realizar en primer lugar un cálculo similar en términos de créditos ECTS, que es la unidad de medida de los planes de estudio de Grado adaptados al RD1393/2007.

Cada crédito ECTS incluye 25 horas de trabajo del estudiante, en las cuales se suman diferentes tipos de actividades formativas, tanto presenciales como no presenciales, que según el tipo de materia tendrán un peso diferente.

Así, si se supone que el estudiante desarrolla 40 horas de trabajo a la semana, y que un año consta de 30 semanas lectivas (de actividades presenciales y no presenciales) más 7.5 semanas dedicadas a exámenes (de preparación y realización), resulta que el estudiante trabaja 1500 horas al año (40×37.5), lo que equivale a cursar anualmente 60 créditos ECTS (de 25 horas).

La distribución de ese tiempo de trabajo del estudiante dependerá del tipo de materia a cursar y del carácter de la misma: teórica, experimental o de laboratorio (que incluye la cursada en aulas de informática). Para tener referencias, podemos distribuir 1 crédito ECTS correspondiente a una materia básica de cada tipo (teórico o experimental) del Plan de Estudios de Grado en Física en las diferentes actividades que se prevé realice el estudiante, hasta un total de 25 horas:

a) Materias teóricas

Como referencia podemos distribuir 1 crédito ECTS correspondiente a una materia de tipo teórico de la siguiente manera (Tabla MT):

Actividad Formativa			Dedicación del estudiante			
			en porcentaje		en horas	
Interacción profesor-estudiante (Presencial / on-line)	Centradas en el profesor	Clases de Teoría	20 %	30 %	5.0	7.5
		Clases de Resolución de Problemas	10 %		2.5	
	Centradas en el estudiante	Seminarios Tutelados (Tutorías teoría / problemas)	5 %	10 %	1.25	2.5
		Exposición de Trabajos	3 %		0.75	
		Realización de Exámenes	2 %		0.50	
Trabajo personal del estudiante (No presencial)		Estudio de Teoría	15 %	60 %	3.75	15
		Resolución de Problemas	25 %		6.25	
		Preparación de Trabajos	10 %		2.50	
		Preparación de Exámenes	10 %		2.50	
						25

Tabla MT: Estimación de la distribución de actividades formativas por crédito ECTS para Materias Teóricas

Para una materia fundamentalmente teórica de 6 créditos, se tendrían 45 horas de clases de teoría y resolución de problemas (7.5 horas x 6 créditos), de modo que si la materia se imparte en un cuatrimestre de 15 semanas lectivas, se tendrían 3 horas semanales de este tipo de actividades.

Para computar las horas que supone 1 crédito ECTS para materias teóricas para el profesor se tendrán que estimar los grupos de estudiantes a los que el profesor atiende que se configuran con un número diferente según cada actividad. En concreto, en las actividades de “seminarios tutelados” y “exposición de trabajos” el grupo de estudiantes que asiste a las clases de teoría y resolución de problemas se desdobra, dividiéndose en tres grupos (si se supone que se tienen un total de 45 estudiantes como se expone en el apartado 4º, cada grupo contará por tanto con 15 estudiantes). Esto supone que la dedicación del profesor se triplica en el tiempo correspondiente a estos seminarios y exposición de trabajos, lo que implica contabilizarlos como de 6 horas por crédito ECTS ((1.25 h. + 0.75 h.) x 3).

Para calcular cuántas horas más por crédito ECTS se suman al trabajo docente del profesor para materias teóricas, habrá que computar el tiempo adicional que supone el conjunto de actividades previstas. A este respecto, se tiene en cuenta la experiencia de algunas titulaciones de la Universidad de Salamanca al aplicar este modelo en su Proyecto Piloto de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior.

La “preparación de trabajos” por parte del profesor supone no solo la elaboración de la propuesta, sino también la supervisión tutorial, incluida la atención a las dudas de cada estudiante individual, tanto presencialmente como a través de Internet (actividades on-line) y la corrección de los mismos. Esto supone que al profesor se le debe de computar también la dedicación a la preparación de trabajos, con el triple de tiempo que el dedicado por el estudiante a esta actividad, esto es, 7.5 horas por crédito ECTS (2.5 h. x 3).

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Por tanto, las horas totales que cada crédito ECTS supone para el profesor para materias teóricas son:

Horas de interacción estudiante – profesor (presenciales / on-line)				Horas por elaboración supervisión y corrección de trabajos	Total
Clases de Teoría y Resolución de problemas,	Exposición de trabajos	Realización de exámenes	Seminarios tutelados		
7.5 h.	2.25 h.	0.50	3.75 h.	7.5 h.	21.5 h.

b) Materias experimentales

Como referencia podemos distribuir 1 crédito ECTS correspondiente a una materia de tipo experimental (engloba de manera general a las materias de laboratorio y las que se imparten en aulas de informática) de la siguiente manera (Tabla ME):

Actividad Formativa			Dedicación del estudiante			
			en porcentaje		en horas	
Interacción profesor-estudiante (Presencial / on-line)	Centradas en el estudiante	Presencia en el Laboratorio o en el Aula de Informática	40 %	50 %	10	12.5
		Exposición de Trabajos	6%		1.5	
		Realización de Exámenes	4 %		1	
Trabajo personal del estudiante (No presencial)		Estudio y preparación de prácticas	3. %	50 %	0.75	12.5
		Preparación de Trabajos	37 %		9.25	
		Preparación de Exámenes	10 %		2.5	
						25

Tabla ME: Estimación de la distribución de actividades formativas por crédito ECTS para Materias Experimentales

Para una materia fundamentalmente experimental de 6 créditos, se tendrían 60 horas de clases presenciales en el laboratorio (10 horas x 6 créditos), de modo que si la materia se imparte en un cuatrimestre de 15 semanas lectivas, se tendrían 4 horas semanales de este tipo de actividades. A las que habría que sumar 9 horas dedicadas durante un cuatrimestre a la exposición de trabajos por parte de los alumnos.

Para computar las horas que supone 1 crédito ECTS para materias experimentales para el profesor se tendrán que estimar, al igual que en el apartado anterior, los grupos de estudiantes a los que el profesor atiende. En este tipo de materias el grupo total de estudiantes por materia se desdobra, dividiéndose en cuatro grupos (si se supone que se tienen un total de 45 estudiantes como en el apartado anterior, cada grupo contará por tanto con 11-12 estudiantes que son

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

atendidos por un profesor). Esto supone que la dedicación del profesor se cuatricula en el tiempo correspondiente a la presencia en el laboratorio y exposición de trabajos, lo que implica contabilizarlos como de 46 horas por crédito ECTS ((10 h. + 1.5 h.) x 4).

Para calcular cuántas horas más por crédito ECTS se suman al trabajo docente del profesor también en este caso, habrá que computar el tiempo adicional que supone el conjunto de actividades previstas, según se expone en el apartado anterior.

La “preparación de trabajos”, por parte del profesor en este tipo de materia supone no solo los ítems incluidos en el apartado anterior sino la preparación de la práctica (puesta a punto de instrumental) en sí misma.

Por tanto, las horas totales que cada crédito ECTS supone para el profesor para materias experimentales, considerando los 4 grupos de estudiantes son:

Horas de interacción estudiante – profesor (presenciales / on-line)			Horas por elaboración supervisión y corrección de trabajos	Total
Presencia en el laboratorio,	Exposición de trabajos	Realización de exámenes		
40 h.	6 h.	1	7.5 h.	54.5 h.

Manteniendo la dedicación docente anual de un profesor universitario en 420 horas (8 horas lectivas + 6 horas tutorías a la semana x 30 semanas), se concluye que con estos cálculos un profesor podría impartir 19.53 créditos ECTS de materias teórica al año (resultado de dividir 420 entre 21.5 h) ó 7.7 créditos ECTS de materias experimentales al año.

Como conclusión, podemos comparar la carga docente total del Plan de Estudios actual (en la Licenciatura en Física) con el plan propuesto (de Grado en Física):

Licenciatura en Física (5 años)	Grado en Física (4 años)
Los 396 créditos del Plan de Estudios se transforman en la realidad en 480 créditos actuales (*) (277.5+118.5 créditos teóricos+problemas + 84 experimentales)	282 créditos ECTS (**) (210 básicos, obligatorios + 72 optativos posibles: 238,5 teóricos + 43,5 experimentales)
8400 horas de profesorado	5127,75+2370,75=7498,5 horas de profesorado

(*) Se han incluido todas las asignaturas optativas ofertadas y la división de los estudiantes en grupos de prácticas.

(**) Se ha excluido la Memoria de Fin de Grado, se considera que no alterará de manera muy significativa el número de horas de dedicación del profesorado.

Esta cantidad horaria de la carga docente del Grado se corresponde a $(7498.5/240=32)$ 32 profesores con dedicación a tiempo completo

3ª) Ramas de conocimiento involucradas

Como ya se expuso anteriormente, la mayoría de materias del Plan de Estudios de Grado en Física están dentro de las materias básicas “Física”, que involucran las ramas de conocimiento “Electromagnetismo”, “Electrónica”, “Física Aplicada”, “Física Atómica, Molecular y Nuclear”, “Física de la Tierra”, “Física de la Materia Condensada”, “Física Teórica” y “Óptica”, que se

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

corresponden con las áreas de conocimiento que integran los Departamentos de Física: Física Aplicada, Física General y de la Atmósfera y Física Fundamental.

La carga docente que actualmente soportan estas áreas/ramas de conocimiento aparece calculada en el Modelo de Plantilla de la Universidad de Salamanca, en términos de créditos de las enseñanzas renovadas.

En concreto, según la Relación de Puestos de Trabajo del Personal Docente e Investigador de la Universidad de Salamanca del año 2007 (aprobada por el Consejo de Gobierno del 30 de Noviembre de 2007), la situación de la plantilla de profesorado en las áreas de conocimiento mayoritariamente implicadas en el Grado en Física, según su capacidad y actividad, tanto docente como investigadora (en cada actividad se incluye la compensación por las actividades de gestión) es la siguiente:

Departamento	Ámbito (Área de Conocimiento)	CREDITOS DOCENTES		CREDITOS INVESTIG.	
		Capacidad	Actividad + gestión	Capacidad	Actividad + gestión
Física Aplicada	Electromagnetismo	240	194,1	120	102,5
	Electrónica	244	219	120	105,66
	Física Aplicada	456	304,9	108	124,83
	Física de la Materia Condensada	42	10	12	18
	Óptica	250	124,42	156	165,50
Física Fundamental	Física Atóm., Molecular y Nuclear	168	143,7	84	89
	Física Teórica	238	69	192	224
Física General y de la Atmósfera	Física de la Tierra	234	108,35	96	69,5

Es importante tener en cuenta que la carga docente de estos Departamentos no está sólo en la actual Licenciatura (futuro Grado) en Física, sino que también se imparten asignaturas (materias) en otros planes de estudio del ámbito científico (Biotecnología, Geología, Química), técnico (Ingeniería Geológica, Ingeniería Informática, Ingeniería Química, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Técnica Industrial) y artes y humanidades (Musicología).

4ª) Número de alumnos

A partir del número medio de alumnos de nuevo ingreso en el primer curso que ha habido en los últimos cinco años en la Licenciatura en Física (42 alumnos) se estiman 45 alumnos para este parámetro. Así las actividades docentes se pueden organizar sobre un único grupo para las clases de teoría y resolución de problemas, que se dividen en tres en las actividades de seminario tutelado, exposición de trabajos. Con respecto a la docencia que se desarrolla en aulas de informática y a la respectiva de las materias experimentales de laboratorio (salvo para la materia de "Laboratorio de Física" de primer curso) se considerará de manera genérica a los alumnos divididos en cuatro grupos. Para el caso de la materia de "Laboratorio de Física" de primer curso, que se desarrolla a partir de prácticas muy atractivas para los estudiantes y que es de iniciación al carácter experimental de la titulación, es conveniente trabajar con grupos más reducidos de 7 u 8 estudiantes por grupo.

A partir de estas variables, las necesidades de personal previstas, según las diferentes perspectivas temporales, son las siguientes:

Necesidades urgentes (antes de comenzar el curso académico 2009-2010)

Teniendo en cuenta la carga docente que tienen actualmente los Departamentos de Física (Física Aplicada, Física Fundamental y Física General y de la Atmósfera) si ésta se mantiene en el resto de titulaciones diferentes a la Licenciatura en Física, con la proyección en créditos ECTS que supone el Grado en Física, se concluye que es posible afrontar la implantación del título de Grado en Física en el curso 2009-2010 con la actual plantilla de personal académico.

Necesidades a corto plazo (a lo largo del curso académico 2009-2010)

La puesta en marcha como títulos de Grado de todas las titulaciones en que actualmente están implicados los Departamentos de Física, condicionará las necesidades de personal de estos Departamentos a corto plazo.

Habrà que tener en cuenta, por una parte, cuales son las titulaciones actuales que se transforman en títulos de Grado (presumiblemente todas) y cuál será el grado de implicación docente de estos Departamentos, y por otra parte, cuál será la variación de la carga docente que se produce al pasar al modelo de créditos ECTS.

En función de estas circunstancias, se pueden plantear en los próximos cursos académicos nuevas necesidades de personal, que sólo se podrá cuantificar cuando se conozca cómo será el desarrollo del conjunto de títulos de Grado.

• **Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad**

Los Estatutos de la Universidad de Salamanca (2003) recogen en su art. 1 que “su actuación se inspira en los principios de democracia, igualdad, justicia y libertad”, y en su art. 2 que entre sus fines se encuentra “la garantía, en la actividad de la Universidad, de la dignidad de la persona y el libre desarrollo de su personalidad sin ningún tipo de discriminación”.

Así mismo la Universidad de Salamanca ha aprobado en Consejo de Gobierno de 30 de Abril de 2008 un Plan integral de Igualdad entre hombres y mujeres en el que se recoge que: *“La igualdad efectiva y la no discriminación en razón de sexo es uno de los principios de actuación en la Universidad de Salamanca, según el compromiso expresado por el Sr. Rector Magnífico en la Declaración del Equipo de Gobierno por la Igualdad de mujeres y hombres (Salamanca, octubre 2007). Para cumplir con este objetivo, y en el marco de políticas de calidad, la Universidad ha de promover intervenciones de carácter transversal, en las cuales se integrarán las medidas y las actuaciones concretas. Estas fomentarán la existencia de buenas prácticas de igualdad en la comunidad universitaria, promoverán enseñanzas de grado y de posgrado que sean plenamente acordes con el principio de igualdad, así como investigación especializada de calidad en la materia, con el exclusivo propósito de favorecer el pleno desarrollo de los recursos humanos y la organización equitativa de las condiciones de trabajo, la docencia y la investigación. Además de esto, la cultura de la igualdad se traducirá en presencia equilibrada entre mujeres y hombres en los órganos de gobierno y en la toma de decisiones y, ante todo, en responsabilidad social, teniendo presente que la apertura de la institución, la participación de todos los agentes y la disposición a rendir cuentas ante la ciudadanía forman parte de los cometidos de las*

universidades. Las políticas activas destinadas a promover la igualdad ocupan, además, un lugar central en la búsqueda de la excelencia académica para los centros de educación superior. Desde la perspectiva de la integración de los sistemas educativos en la Unión Europea – con la creación del EEES -, las prácticas de igualdad representan una oportunidad para renovar los contenidos y los procesos, siendo la integración en términos de igualdad un valor añadido para las universidades, cada vez más comprometidas con el proceso de cambio. En este nuevo contexto, el pleno desarrollo de los recursos humanos y la presencia equilibrada de mujeres y hombres en todas las actividades han de ser considerados elementos positivos, de cohesión social, uno de los factores decisivos en los procesos de modernización, según la Estrategia de Lisboa (Consejo de Europa, marzo de 2000). En el ámbito de la educación superior, la cohesión e integración de todos los agentes, sin discriminación directa o indirecta, aumentarán la eficacia, la calidad y, en todo caso, la gobernanza en las universidades. En los programas de Cooperación al Desarrollo, la perspectiva de género ayudará a ponderar el grado de integración de los agentes y la transparencia de las instituciones.”

En la línea de elaborar y concretar este Plan Integral, la Universidad de Salamanca se ha dotado de una “Comisión de Igualdad” (constituida en junio 2007), dependiente del Vicerrectorado de Planificación Estratégica y Calidad, que es la responsable de las políticas activas de promoción de la igualdad de trato y de oportunidades para mujeres y hombres, principio recogido en la Constitución Española, desarrollado en la vigente Ley de Igualdad (Ley Orgánica 3/2007) y recogido en la LOMLOU (Ley 4/2007).

La Comisión está formada por representantes de los estudiantes, el personal de administración y servicios (PAS) y el profesorado (PDI), y cuenta con el apoyo de un grupo de asesoría de PAS y PDI de la Universidad. Su función es el diseño y desarrollo del Plan de Igualdad entre mujeres y hombres en la Universidad de Salamanca, con el apoyo técnico de la Unidad de Igualdad de la Universidad. Desde esta Comisión se recaba y analiza la información sobre las políticas de igualdad, realizando un diagnóstico de la situación en la Universidad, a partir del cual se hacen propuestas y recomendaciones para que en nuestra comunidad universitaria se cumpla el compromiso de igualdad entre mujeres y hombres. Tiene abierta una página web con información actualizada y un correo electrónico de contacto permanente.

En particular, desde esta Comisión se vela por garantizar que los procedimientos de contratación del profesorado se atienen a los criterios de igualdad entre hombres y mujeres. La normativa interna de la Universidad de Salamanca en su Reglamento de Concursos (artículo 2.2) señala que las bases que rijan el proceso selectivo garantizarán la igualdad de condiciones de los candidatos y el acceso a las plazas bajo los principios constitucionales de publicidad, mérito y capacidad.

Asimismo, la selección del personal de administración y servicios se realiza exclusivamente mediante la aplicación de los principios de igualdad, mérito y capacidad, según se recoge en la Ley 7/2007, que regula el *Estatuto Básico del Empleado Público*.

En lo que respecta a la no discriminación de personas con discapacidad, el responsable de su garantía es el “Servicio de Acción Social (SAS)”, desde su “Unidad de Discapacidad”, desde donde se promueven también mecanismos de actuación al respecto. Además de su labor de sensibilización a la comunidad universitaria y formación para la solidaridad y la diversidad, desde esta Unidad se atienden y orientan los procedimientos que desarrollan en la Universidad, para que en todos ellos se contemple la accesibilidad física y la atención a los discapacitados, prestando el apoyo técnico y laboral que sea necesario en cada caso.

Teniendo en cuenta que la Administración Pública debe reservar el 5% de sus plazas para personas con discapacidad, a igualdad de méritos entre los aspirantes a una plaza dada se podrá considerar la condición de persona con discapacidad como preferencia en la obtención de la misma.

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

La previsión es contar para el Grado en Física con las infraestructuras y equipamientos de la Facultad de Ciencias que actualmente están a disposición de la Licenciatura en Física.

Así, se dispone fundamentalmente del Edificio Trilingüe, atendido por un conserje y tres auxiliares de servicio, que cuenta con un total de 5.960 m² construidos que se distribuyen entre los espacios donde se imparten las clases de teoría y problemas y los laboratorios de prácticas:

	Aula I	Aula II	Aula III	Aula IV	Aula V	Aula VI	Aula VII
Capacidad	115 puestos	115 puestos	95 puestos	40 puestos	40 puestos	32 puestos	56 puestos
Uso habitual Lic. Física	2º curso	3º curso	4º curso	5º curso /Optativas	5º curso /Optativas	5º curso /Optativas	1º curso

Aulas para clases de Teoría y Problemas

....	Lab. de Mecánica	Lab. de Electromagnetismo	Lab. de Termodinámica	Lab. de Óptica	Lab. de Física Cuántica	Lab. de Electrónica	Lab. de Física Nuclear
Equipos	9	12	12	8	7	8	5
Puestos	18	24	24	16	14	16	10

Laboratorios de prácticas

Las aulas cuentan con pizarras de tiza y pantallas de proyección, disponiendo de cañón de proyección y proyector de transparencias móvil (gestionados desde la conserjería del edificio).

Los laboratorios están dotados para realizar las prácticas correspondientes a la titulación actual.

Ambas infraestructuras observan los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos, según lo dispuesto en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

La estructura actual del edificio se erige sobre el solar donde se construyó en 1585 el Colegio Trilingüe (con características docentes y residenciales para los estudios de latín, griego y hebreo). Del antiguo Colegio Trilingüe lo único que queda en la actualidad son los arcos de su patio interior, en medio del cual se encuentra en la actualidad un Péndulo de Foucault. El nuevo edificio se inauguró como sede para la Licenciatura en Física en 1989, al ser un edificio relativamente moderno está adaptado para lograr la accesibilidad universal y diseño para todas las personas.

El edificio Trilingüe es también la sede de los Departamentos de Física Aplicada, Física Fundamental y Física General y de la Atmósfera por lo que alberga la secretaría administrativa de cada uno de los departamentos y la mayor parte de los despachos de los profesores que imparten su docencia en la actual Licenciatura en Física. No obstante en lo que respecta a los despachos de los profesores, un número reducido de los mismos se albergan en otro edificio próximo denominado 'Casas del Parque' inaugurado en el año 2007 que también depende de la Facultad de Ciencias.

En cuanto a medios informáticos, la Facultad de Ciencias dispone de red wi-fi en todos sus edificios, incluido el edificio Trilingüe. Además, cuenta con seis aulas de informática, atendidas por

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

dos técnicos, que están disponibles de lunes a viernes de 8:00 h. a 20:00 h. para las actividades formativas de las titulaciones del centro, y abiertas al uso libre por los estudiantes cuando no están utilizadas para docencia.

....	Aula 0 (Edificio Trilingüe)	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 6
Equipos / Puestos	30 equipos / 48 puestos	30 equipos / 58 puestos	29 equipos / 56 puestos	30 equipos / 58 puestos	30 equipos / 58 puestos	15 equipos / 30 puestos
Tipo	Pcs	Pcs	Pcs	Pcs	Pcs	Imac G5

La biblioteca disponible es la Abraham Zacut, compartida por la Facultad de Ciencias y la Facultad de Ciencias Químicas, atendida por doce técnicos. Se trata de un edificio de cuatro plantas, con salas de lectura, salas de trabajo en grupo, tres colecciones bibliográficas (básica, de referencia y especializada en ciencias y tecnología), hemeroteca, cartoteca, sala de audiovisuales y puestos reservados a investigadores. Dispone de 27956 monografías, 2654 mapas, 88 cd-rom, 141 videos, 137 diapositivas, 859 publicaciones periódicas cerradas, 704 publicaciones periódicas abiertas, a las que hay que añadir recursos de acceso a través de la página web (bases de datos y revistas electrónicas). Como servicios particulares, ofrece información bibliográfica y de referencia, consulta en sala, préstamo a domicilio, préstamo interbibliotecario y reprografía. Su horario de lunes a viernes es de 8:30 a 21:00 h. y los sábados de 9:00 a 13 h. En periodos de exámenes el horario se amplía para todos los días de la semana (de lunes a domingo) de 8:00 h. hasta las 3:00 h (de la madrugada).

• Revisión y mantenimiento de infraestructuras

La Universidad de Salamanca cuenta con un Servicio de Infraestructuras y Arquitectura, dedicado a la construcción y mantenimiento de sus edificios, con el objetivo de asegurar la atención a las necesidades de la Comunidad Universitaria en materia de equipamientos. En concreto, este servicio se ocupa de:

- Desarrollar, mantener, controlar y adecuar las nuevas construcciones a las necesidades de los programas formativos.
- Adquirir y proyectar el mobiliario y otros activos e instalaciones.
- Gestionar los espacios físicos (docentes, de investigación y servicios) disponibles.
- Supervisar los contratos de servicios, asegurar el mantenimiento y la seguridad e higiene.
- Gestionar los informes técnicos de inversiones.
- Actualizar los planos de los espacios físicos disponibles.
- Programar las pequeñas obras y necesarias rehabilitaciones.
- Preparar, en su caso, los pliegos de las prescripciones técnicas de cualquier concursos público que deba convocar la Universidad de Salamanca, coordinados con las distintas unidades y servicios.
- Atender cualquier consulta, o incidencia que se produzca durante las 24 horas.

En lo que respecta a los laboratorios, como se ha indicado en el apartado de personal disponible, se cuenta con dos Técnicos especialistas que revisan y ponen a punto, el material que se utiliza en las prácticas de laboratorio.

Por su parte, los Servicios Informáticos de la Universidad de Salamanca se encargan de la revisión, actualización y mantenimiento de las aulas de informática, y el Servicio de Archivos y Bibliotecas es el responsable de hacer lo propio con la Biblioteca Abraham Zacut.

Las actuaciones de todos estos servicios sobre las infraestructuras del programa formativo se realizan bien a partir de las revisiones periódicas que los propios servicios realizan de las instalaciones de su competencia, o bien a requerimiento de la Facultad de Ciencias.

7.2. Previsión de otros recursos materiales y servicios necesarios

Parece lícito considerar en este punto que sin lugar a dudas, la asignatura pendiente de la docencia universitaria española en las áreas de Ciencias Experimentales, y muy especialmente en Física, es la tradicional “desatención institucional” de las enseñanzas prácticas. Todo ello es fácilmente comprobable cuando comparamos nuestros laboratorios con los de otras universidades europeas.

Por todo ello, en nuestra propuesta del Plan de Estudios se ha potenciado fuertemente el carácter experimental, con el objeto de que nuestros estudiantes puedan adquirir las competencias y resultados de aprendizaje propios de un Graduado en Física. En particular, se ha incluido una asignatura de Laboratorio de Física en el primer curso, que queremos que sea un punto de atracción hacia nuestros futuros estudiantes del Grado y de motivación para los alumnos que estén cursando dicha titulación. Esta nueva asignatura habrá de cuidarse con esmero y aunque se puede poner en marcha con una mínima inversión inicial debería tener una financiación adicional en años posteriores.

En todo caso, deseamos hacer aquí una seria llamada de atención a la necesidad de financiación para la docencia experimental española, sin la cual nuestro trabajo jamás podría conducir a un proceso de convergencia europea, sino más bien a todo lo contrario.

Mejoras urgentes (antes de comenzar el curso académico 2009-2010)

Así la estimación de las infraestructuras y equipamientos más urgentes se centran fundamentalmente en la dotación de este Laboratorio de Física de primer curso, que aunque se puede comenzar a impartir con el equipamiento existente sería muy aconsejable completar con pequeñas adquisiciones. Estas se materializan en: Puente de Impedancias, medidor electrónico de tiempo, 3 cámaras CCD, Medida C-V, entre otros, cuya adquisición está prevista a partir de planes propios de la Universidad para la financiación de los laboratorios.

Otras infraestructuras adicionales que serían convenientes poseer y que se encuentran en las previsiones del Decanato es el facilitar el aprovechamiento por parte de los estudiantes de la red wifi, situando en los espacios comunes (pasillos y hall de acceso) enchufes para poder conectar a la corriente eléctrica ordenadores portátiles, y mesas donde poder situarlos para trabajar cómodamente.

Mejoras a corto y medio plazo

La incorporación de asignaturas con un perfil aplicado supone la realización de prácticas en aulas de informática, para lo que es necesario adecuar la dotación de programas disponibles. Además se debe considerar que los laboratorios se mantendrán adecuadamente para la impartición de las asignaturas experimentales.

En cuanto a la atención individualizada del profesor a los estudiantes (en tutorías personalizadas), la actual distribución de espacios hace que varios profesores tengan que compartir un mismo despacho, lo que dificulta e incluso impide esa atención, haciendo que profesor y estudiante tengan que “buscar” fuera del despacho un espacio libre en el edificio para poder trabajar conjuntamente.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

En este mismo sentido también se carece de suficientes espacios que se puedan utilizar como 'salas de trabajo en común' para la interacción entre estudiantes y profesores que dispongan de los medios adecuados, como puede ser una pizarra, una mesa redonda, etc.

No obstante los edificios que componen la Facultad de Ciencias disponen de espacios que pueden modificarse para resolver estas carencias. En este sentido parece razonable disponer de 5 salas de reuniones y un mayor número de despachos, para facilitar el desarrollo de las tutorías individualizadas. Estas modificaciones de los espacios son llevadas a cabo a partir de una primera valoración del Servicio de Infraestructuras y Arquitectura de la Universidad, sobre la viabilidad técnica de las mismas.

En cuanto a necesidades adicionales en el ámbito de las infraestructuras, estas se encuentran en diversas pequeñas obras y mobiliario que hace tiempo han sido demandados (y algunos ya están en marcha) para los espacios donde se viene impartiendo la actual Licenciatura en Física.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

La Universidad de Salamanca publica anualmente sus Estadísticas de Gestión, elaboradas por la Unidad de Evaluación de la Calidad, a partir de los datos que suministran los Servicios Informáticos.

En esa publicación se recopila información sobre los estudiantes de cada una de las titulaciones, con diversas perspectivas temporales. En particular, en lo que respecta a resultados, se disponen de datos relativos a tres cursos anteriores.

Hay que tener en cuenta las circunstancias en que estas tasas están obtenidas: un Plan de Estudios de cinco años, con una evaluación institucional de la titulación que apuntaba la necesidad de acometer mejoras al respecto, y que no contaba con un perfil de ingreso definido. En el nuevo Título de Graduado o Graduada en Física se plantea superar esa situación, con un Plan de Estudios de cuatro años en el que se han tenido en cuenta las mejoras apuntadas en la evaluación institucional y en el que se ha definido un perfil de ingreso de los estudiantes, lo que permite plantear unas estimaciones que mejoren las tasas actuales.

Hipótesis de contexto en todas las estimaciones

“Previsiones realizadas para una cohorte de estudiantes que se ajusten al perfil de ingreso recomendado en el título de Graduado o Graduada en Física, que **hayan elegido esta titulación como primera o segunda opción** en la preinscripción de acceso a estudios universitarios, que tengan una dedicación a tiempo completo a las actividades previstas en el Plan de Estudios”

• Tasa de graduación.

Tal como establece el RD1393/2007, la tasa de graduación es el porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el Plan de Estudios o en un año académico más en relación a su cohorte de entrada.

Así, para la actual Licenciatura en Física, se tiene como tasa de graduación:

Curso 2004/05	Curso 2005/06	Curso 2006/07
25.33 %	21.31 %	18.64 %

Teniendo en cuenta las limitaciones de estos datos y en las hipótesis de contexto contempladas, se estima que es posible alcanzar una tasa de graduación del 35% en el plazo de tres promociones de estudiantes que finalicen sus estudios de Grado en Física.

• Tasa de abandono.

Tal como establece el RD1393/2007, la tasa de abandono es la relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el anterior.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Así, para la actual Licenciatura en Física, se tiene como tasa de abandono:

Curso 2004/05	Curso 2005/06	Curso 2006/07
36.07%	46.67 %	42.37 %

Teniendo en cuenta las limitaciones de estos datos y en las hipótesis de contexto contempladas, se estima que es posible alcanzar una tasa de abandono del 30% en el plazo de tres promociones de estudiantes que finalicen sus estudios de Grado en Física

• Tasa de eficiencia.

Tal como establece el RD1393/2007, la tasa de eficiencia es la relación porcentual entre el número total de créditos del Plan de Estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de graduados de un determinado año académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.

Así, para la actual Licenciatura en Física, se tiene como tasa de eficiencia:

Curso 2004/05	Curso 2005/06	Curso 2006/07
78.87%	80.46 %	68.40 %

Teniendo en cuenta las limitaciones de estos datos y en las hipótesis de contexto contempladas, se estima que es posible alcanzar una tasa de eficiencia del 80% en el plazo de tres promociones de estudiantes que finalicen sus estudios de Grado en Física.

• Acciones de seguimiento y corrección

Las acciones de seguimiento y, en su caso, propuestas para la corrección de tendencias en las tasas previstas de graduación, abandono y eficiencia, se enmarcan dentro del Sistema de Garantía de Calidad, bajo la responsabilidad de la Comisión de Calidad de la titulación. (Véase la página web <http://www.usal.es/~ciencias/audit/AUDIT.htm>)

En particular, se contemplan las siguientes medidas:

- Estudio de las condiciones de ingreso de los estudiantes que acceden por primera vez a cada asignatura, a partir de encuestas que se realizarán antes de iniciar la docencia, sobre la formación previa recomendada.
- Análisis de cada asignatura (según el procedimiento e indicadores previstos en el Sistema de Garantía de Calidad), teniendo en cuenta su tasa de rendimiento (estudiantes que superan la asignatura respecto de estudiantes matriculados) y su tasa de éxito (estudiantes que superan la asignatura respecto de estudiantes presentados a las pruebas de evaluación).
- Proyección, a partir del análisis realizado en cada asignatura, de las tasas de graduación, abandono y eficiencia, así como su comparación con las previsiones del Plan de Estudios.
- Valoración, en cada asignatura, de la adecuación entre:
 - el diseño de la asignatura contemplado en el Plan de Estudios,
 - el programa de la asignatura en la programación docente,

- el desarrollo y evaluación de la asignatura en la realidad docente.
- Revisión y planes de mejora (según el procedimiento previsto en el Sistema de Garantía de Calidad), como conclusión de los apartados anteriores.

8.2. Progreso y resultados de aprendizaje

La valoración del progreso y resultados de aprendizaje se realizará a partir de la recogida y análisis de los datos que suministran las siguientes fuentes de información:

- El sistema de evaluación de las materias contemplado en el Plan de Estudios, centrado en comprobar el desempeño por los estudiantes de las competencias previstas, incluyendo la realización y exposición de trabajos.
- El sistema de evaluación de las prácticas externas, donde se incluyen informes externos, emitidos por el tutor de la institución que haya acogido a nuestros estudiantes.
- El Trabajo Fin de Grado, a través del cual los estudiantes deberán demostrar la adquisición de competencias asociadas al título.
- Los indicadores institucionales que la Universidad de Salamanca tiene definidos en sus Estadísticas de Gestión, publicadas anualmente. Además de la tasa de graduación, tasa de abandono y tasa de eficiencia de cada Plan de Estudios, se consideran otras dos tasas asociadas a los resultados por asignatura:
 - La tasa de rendimiento, que mide los estudiantes que superan la asignatura respecto de los estudiantes matriculados.
 - La tasa de éxito, que mide los estudiantes que superan la asignatura respecto de los estudiantes presentados a examen.
- Las encuestas de satisfacción a los egresados con el perfil de egreso, que realiza periódicamente la Universidad de Salamanca.

Los procedimientos concretos para llevar a cabo esa valoración, y en cada caso poner en marcha propuestas de mejora, forman parte del Sistema de Garantía Interna de Calidad de la Facultad de Ciencias, desarrollado de acuerdo al programa AUDIT-ANECA, en el que se integra el Sistema de Garantía de Calidad del Título de Graduado o Graduada en Física.

9. SISTEMA DE GARANTIA DE CALIDAD DEL TITULO

La Universidad de Salamanca cuenta con un Sistema de Garantía de Calidad (SGIC), del que es responsable el Vicerrectorado de Planificación Estratégica y Calidad:

http://www.usal.es/webusal/Universidad/Gobierno/vicplanificacion/vic_planificacion.shtml

En lo que respecta a las enseñanzas oficiales, con vistas a su verificación, se cuenta con una serie de programas institucionales de evaluación de la satisfacción de los distintos colectivos implicados en los programas formativos, que incluyen la realización periódica de una serie de encuestas desde la Unidad de Evaluación de la Calidad, que pueden consultarse en la página web:

<http://qualitas.usal.es/html/Verificacion.htm>

A su vez, dentro de este marco común, cada Centro de la Universidad de Salamanca tiene la posibilidad de definir su propio Sistema de Garantía de Calidad. En concreto, la Facultad de Ciencias participa en el programa AUDIT de ANECA, y su diseño del SGIC ha recibido una valoración positiva condicionada por la ANECA (con fecha de 12 de mayo de 2008). La documentación referente a dicho SGIC está accesible en la página web:

http://ciencias.usal.es/index.php?option=com_content&task=view&id=11&Itemid=15

En particular, la descripción completa del Sistema de Garantía de Calidad del Centro se encuentra en los siguientes documentos:

- SGIC-Ciencias 1: Compromiso, Planificación y Diagnóstico.

<http://ciencias.usal.es/images/stories/AUDIT/1.AuditCienciasUSAL.pdf>

Documento que contiene el trabajo previo al diseño del sistema.

- SGIC-Ciencias 2: Definición y Documentación.

<http://ciencias.usal.es/images/stories/AUDIT/2.AuditCienciasUSAL.pdf>

Documento en el que se establecen:

- Objetivos y grupos de interés
- Principios y fases de actuación
- Estructura organizativa y recursos
- Alcance, criterios y directrices
- Catálogo de PROCESOS, descritos mediante DIAGRAMAS DE FLUJO en los que se establecen RESPONSABLES y EVIDENCIAS
- Relación con los procedimientos de verificación de titulaciones
- Calendario para implantar el sistema.

- SGIC-Ciencias 3: Catálogo de Procedimientos e Indicadores.

<http://ciencias.usal.es/images/stories/AUDIT/PROCEDIMIENTOS.AuditCienciasUSAL.pdf>

Documento en el que se detallan los PROCEDIMIENTOS e INDICADORES del Sistema de Garantía de Calidad de las titulaciones de la Facultad de Ciencias (ajustados a los procedimientos establecidos en el Real Decreto 1393/2007).

El Sistema de Garantía de Calidad del Título de Graduado o Graduada en Física, está integrado dentro de este sistema de la Facultad, de modo que sus procedimientos son los descritos en la documentación anterior.

Como consideraciones específicas del Sistema de Garantía de Calidad de las enseñanzas de Grado en Física, se deben tener en cuenta los siguientes apartados:

I: Directrices de la Comisión de Calidad del Grado en Física.

Composición de la Comisión de Calidad de la titulación

Estará integrada por los miembros que señala el Sistema de Garantía de Calidad de la Facultad de Ciencias:

- Miembros permanentes: Coordinador de la titulación, que actuará de Presidente de esta Comisión (y que formará parte de la Comisión de Calidad del Centro); de 1 a 2 estudiantes de la titulación, en representación de sus compañeros (uno de ellos será el mismo estudiante de la titulación presente en la Comisión de Calidad del Centro); de 3 a 4 profesores con docencia en la titulación, representando la diversidad de materias del programa formativo (entre los cuales se designará quien actuará de Secretario) y un

miembro del Personal de administración y Servicios.

- Miembros invitados: podrán incorporarse otros agentes internos y externos de los grupos de interés implicados en el programa formativo de la titulación.

Indicadores de Calidad en la Enseñanza

Además de los indicadores de calidad en la enseñanza previstos en los procedimientos que desarrollan el Sistema de Garantía de Calidad de la Facultad de Ciencias, en la titulación de Grado en Física se añadirán los que se estimen convenientes para poder analizar en cada asignatura la adecuación entre:

- El diseño de la asignatura contemplado en el Plan de Estudios,
- El programa de la asignatura en la programación docente,
- El desarrollo y la evaluación de la asignatura en la realidad docente.

Para ello se procederá a incluir y regular en el correspondiente procedimiento los mecanismos oportunos que posibiliten disponer de evidencias sobre dicha adecuación.

II: Criterios para la extinción del título de Grado en Física.

La extinción de las enseñanzas de Grado en Física por la Universidad de Salamanca se regirá por dos tipos de criterios:

Externos:

- No obtener un informe de acreditación positivo (RD 1393/2007) y que el plan de mejoras propuesto no subsane las deficiencias encontradas.
- Si se produjesen cambios significativos en el Plan de Estudios que implicaran un cambio importante en la naturaleza y objetivos del Título.
- Por indicación del Consejo de Gobierno de la Universidad de Salamanca o la Junta de Castilla y León.

Internos:

- Si el número de estudiantes de nuevo ingreso fuera inferior a 10, la Comisión de Calidad de la titulación deberá analizar la situación y realizar propuestas de mejora; si esta situación se prolonga durante cinco años consecutivos, el análisis deberá incidir también en la justificación de la continuidad o extinción del Título.

Los indicadores y procedimientos a seguir por la Comisión de Calidad de la titulación se encuentran detallados en la documentación del programa AUDIT de la Facultad de Ciencias.

En caso de extinción del Título se garantizarán los derechos de los estudiantes adquiridos al matricularse en el Grado de Física para lo que se seguirá el siguiente procedimiento:

- No admitir estudiantes de nueva matrícula.
- La supresión anual de modo gradual de la docencia.
- Asignación de tutores para que desarrollen actividades con los estudiantes repetidores.
- Garantizar el derecho de evaluación hasta consumir las convocatorias que regule la Universidad de Salamanca.

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1. Cronograma de implantación de la titulación

La nueva titulación de Graduado o Graduada en Física por la Universidad de Salamanca, que sustituye al actual Licenciado en Física, se implantará, sin perjuicio del derecho a la culminación de los estudios por el plan preestablecido, en el curso 2009-2010 para los estudiantes que acceden por vez primera a la Universidad y que se matriculan por tanto en el primer curso.

	Grado en Física	Licenciatura en Física
Curso 2009 / 10	Se implanta 1 ^{er} curso	Se extingue 1 ^{er} curso
Curso 2010 / 11	Se implanta 2 ^o curso	Se extingue 2 ^o curso
Curso 2011 / 12	Se implanta 3 ^{er} curso	Se extingue 3 ^{er} curso
Curso 2012 / 13	Se implanta 4 ^o curso	Se extingue 4 ^o curso
Curso 2013 / 14	El Plan de Estudios está implantado en su totalidad	Se extingue 5 ^o curso

No obstante, en función de cómo se vaya desarrollando el procedimiento de adaptación de los estudiantes de la Licenciatura en Física al nuevo Plan de Estudios y de la normativa propia que desarrolle al respecto la Universidad de Salamanca, se plantea la posibilidad de adelantar este calendario, de modo que en algún año se pudieran implantar simultáneamente dos o más cursos del Grado en Física. Este adelantamiento en la implantación se llevará a cabo siempre y cuando todos los estudiantes de los curso afectados de la actual Licenciatura de Física estén de acuerdo, para lo cual el Coordinador de la titulación realizará reuniones regulares con ellos para mantenerlos informados y conocer su opinión. En cualquier caso, serán aplicables las disposiciones reguladoras por las que iniciaron sus estudios, sin perjuicio de lo establecido en la Disposición Adicional Segunda del Real Decreto 1393/2007.

10.2. Procedimiento de adaptación, en su caso, de los estudiantes de los estudios existentes al nuevo Plan de Estudios.

Los estudios existentes son los de Licenciado en Física (Plan de Estudios 1997). La adaptación será realizada por la Comisión de Transferencia y Reconocimiento de Créditos de la Facultad de Ciencias, a solicitud del estudiante, siguiendo las equivalencias que se recogen en la tabla siguiente y teniendo en cuenta los comentarios adicionales que se adjuntan:

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Tabla de correspondencia de conocimientos

Asignaturas. Plan 1997	Créditos LRU	Asignaturas. Plan 2008	Créditos ECTS
1^{er} Curso			
Análisis Matemático	7.5	Análisis Matemático I (1 ^{er} Curso)	6
Álgebra Lineal y Geometría	15	Algebra Lineal y Geometría I, II (1 ^{er} Curso)	12
Sist. Operativos y Lenguajes de Programación	7.5	Técnicas Informáticas en Física (1 ^{er} Curso)	6
Principios de Mecánica	4.5	Física I (1 ^{er} Curso)	6
Introducción a la Termodinámica	4.5	Física II (1 ^{er} Curso)	6
Electricidad y Magnetismo	4.5	Física III (1 ^{er} Curso)	6
Ampliación de Análisis Matemático (*)	7.5	Análisis Matemático II (1 ^{er} Curso)	6
Técnicas Experimentales en Mecánica y Ondas	4.5	Laboratorio de Mecánica y Ondas (2 ^o Curso)	3
Técnicas Experimentales en Termodinámica	4.5	Laboratorio de Termodinámica (2 ^o Curso)	3
2^o Curso			
Mecánica y Ondas	10.5	Mecánica I, II (2 ^o Curso)	12
Electromagnetismo	10.5	Electromagnetismo I, II (2 ^o Curso)	12
Introducción a la Física Cuántica (**)	4.5	Física IV (1 ^{er} Curso)	6
Física de Ondas (**)	4.5	Física IV (1 ^{er} Curso)	6
Complementos de Análisis Matemático (*)	6	Análisis Matemático II (1 ^{er} Curso)	6
Técnicas Experimentales en Física Cuántica	4.5	Laboratorio de Física Cuántica (3 ^{er} Curso)	3
Algoritmia (optativa)	7.5	Créditos optativos del Grado	6
Ecuaciones Diferenciales	7.5	Ecuaciones Diferenciales (2 ^o Curso)	6
Técnicas Experimentales en Electromagnetismo	4.5	Laboratorio de Electromagnetismo (2 ^o Curso)	3
Métodos Numéricos en Física (optativa)	6	Métodos Numéricos en Física (3 ^{er} Curso)	6
Historia y Filosofía de la Ciencia y la Técnica (optativa)	6	Créditos optativos del Grado	6
3^{er} Curso			
Física Cuántica	10.5	Física Cuántica I, II (3 ^{er} Curso)	12
Termodinámica	10.5	Termodinámica I, II (2 ^o Curso)	12
Óptica	10.5	Óptica I, II (3 ^{er} Curso)	12
Geometría Diferencial	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Física de Fluidos	4.5	Física de Fluidos (4 ^o Curso)	4.5
Técnicas Experimentales en Óptica	4.5	Laboratorio de Óptica (3 ^{er} Curso)	3
Análisis Complejo	4.5	Variable Compleja (2 ^o Curso)	6
4^o Curso			
Electrodinámica Clásica	6	Electrodinámica Clásica (3 ^{er} Curso)	4.5
Física del Estado Sólido	6	Física del Estado Sólido I (3 ^{er} Curso)	6
Física Estadística	6	Física Estadística (3 ^{er} Curso)	4.5
Mecánica Teórica	6	Mecánica Teórica (3 ^{er} Curso)	4.5

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Electrónica	12	Instrumentación Electrónica (2º Curso)+ Electrónica Física (4º Curso)+ Laboratorio de Electrónica (4º Curso)	12
Física Nuclear y de Partículas	6	Física Nuclear y de Partículas (4º Curso)	6
Mecánica Cuántica	6	Mecánica Cuántica (4º Curso)	6
OPTATIVAS DE 2º CICLO (El estudiante tiene que elegir 12 créditos en 4º Curso y 54 créditos en 5º Curso)			
Métodos Numéricos Avanzados	4.5	Física Computacional (4º Curso)	4.5
Astrofísica y Cosmología Relativista (***)	4.5	Astrofísica y Cosmología (3º Curso)	4.5
Introducción a la Astrofísica (***)	6	Astrofísica y Cosmología (3º Curso)	4.5
Física Estadística Avanzada	6	Créditos optativos del Grado	6
Meteorología	6	Créditos optativos del Grado	6
Climatología	6	Créditos optativos del Grado	6
Dinámica de la Atmósfera	6	Créditos optativos del Grado	6
Termodinámica de la Atmósfera	6	Créditos optativos del Grado	6
Modelos Numéricos y Predicción Meteorológica	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Radiación en la Atmósfera	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Electricidad Atmosférica	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Física de Nubes y Precipitación	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Óptica Coherente	7.5	Créditos optativos del Grado	6
Óptica Cuántica	6	Créditos optativos del Grado	6
Fotónica	9	Créditos optativos del Grado	9
Control de Procesos	6	Créditos optativos del Grado	6
Robótica	6	Créditos optativos del Grado	6
Física Atómica	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Ampliación de Física Nuclear	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Partículas Fundamentales	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Laboratorio Física Nuclear	6	Créditos optativos del Grado	4.5
Simetrías en Física	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Sistemas Electrónicos de Comunicaciones	9	Créditos optativos del Grado	9
Dispositivos Electrónicos de Alta Frecuencia	9	Créditos optativos del Grado	9
Circuitos Analógicos Integrados	7.5	Créditos optativos del Grado	6
Sistemas Electrónicos Digitales Programables	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Estructura Electrónica y Propiedades de Sólidos	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Ampliación de Física del Estado Sólido	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Propiedades Eléctricas y Magnéticas	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Ondas Electromagnéticas Guiadas	9	Créditos optativos del Grado	9
Ampliación de Mecánica Cuántica	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Relatividad General y Gravitación	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Electrodinámica Cuántica	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Física Matemática No Lineal	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Métodos de Análisis Funcional en	6	Créditos optativos del Grado	6

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

Física			
Representaciones de Grupos	6	Créditos optativos del Grado	6
Matemática Discreta	6	Créditos optativos del Grado	6
Unidades Funcionales del Computador	7.5	Créditos optativos del Grado	6
Estructuras de Datos	6	Créditos optativos del Grado	6
Diseño de Bases de Datos	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Sistemas de Bases de Datos	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Laboratorio de Sistemas Operativos	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Transmisión de Datos	6	Créditos optativos del Grado	6
Informática teórica	4.5	Créditos optativos del Grado	4.5
Redes	7.5	Créditos optativos de Grado	6
		Trabajo Fin de Grado	6

- Los créditos de las asignaturas del Plan 1997 (columna izquierda) serán reconocidos directamente por los recogidos en la columna derecha en el Plan 2008 con las siguientes consideraciones:

- (*) Para las asignaturas Ampliación Análisis Matemático y Complementos de Análisis Matemático: si se poseen los créditos de una sola de ellas se reconocen los créditos de una única asignatura obligatoria del Grado (“Análisis Matemático II”). Pero si se poseen los de ambas se reconocen los de la asignatura obligatoria (“Análisis Matemático II”) y 6 créditos ECTS optativos del Grado
- (**) Para las asignaturas Introducción a la Física Cuántica y Física de Ondas: si se poseen los créditos de una sola de ellas se reconocen los créditos de una única asignatura obligatoria del Grado (“Física IV”). Pero si se poseen los de ambas se reconocen los de la asignatura obligatoria (“Física IV”) y 4.5 créditos ECTS optativos del Grado
- Los créditos optativos cursados en el Plan 1997 se reconocerán, en general, con créditos optativos del Plan 2008 salvo para las asignaturas:
 - “Métodos Numéricos en Física” y “Métodos Numéricos Avanzados” que se reconocerán por créditos obligatorios según la tabla precedente.
 - (***) “Astrofísica y Cosmología Relativista” e “Introducción a la Astrofísica”: si se poseen los créditos de una sola de ellas se reconocen los créditos de una única asignatura obligatoria del Grado (“Astrofísica y Cosmología”). Pero si se poseen los de ambas se reconocen los de la asignatura obligatoria (“Astrofísica y Cosmología”) y 6 créditos ECTS optativos del Grado
- El número máximo de créditos ECTS optativos reconocidos en el grado para la obtención del Título Oficial será de 24. Si un estudiante ha superado créditos optativos en el Plan 1997 de tal forma, que según la tabla anterior, pudieran dar lugar a más créditos optativos reconocidos en el nuevo Grado, la diferencia figurarán como créditos transferidos.
- Siempre que se hayan cursado, como mínimo, dos asignaturas del Plan 1997 de Técnicas Experimentales se reconocerán, además de las asignaturas respectivas denominadas Laboratorios del Plan 2008, la asignatura básica Laboratorio de Física del 1^{er} curso del Grado.
- Los créditos correspondientes al Trabajo de Fin de Grado no podrán ser reconocidos en ningún caso.

FACULTAD DE CIENCIAS – MEMORIA PARA SOLICITUD DE GRADO EN FÍSICA

- A los estudiantes que se les hayan reconocido créditos de libre configuración por haber formado parte activa en ONGs, en actividades universitarias culturales, deportivas, en la Delegación de estudiantes del Centro, en Asociaciones de Estudiantes reconocidas por el Consejo de Asociaciones de la USAL o en órganos de representación estudiantil, se les podrán reconocer hasta 6 créditos ECTS optativos.
- La Comisión de Transferencia y Reconocimiento de Créditos de la Facultad de Ciencias analizará y resolverá las incidencias y situaciones personales que no se ajusten a las descritas anteriormente.

10.3. Enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto.

Licenciado en Física (Plan de Estudios 1997)