

# Fichas de Planificación Docente

Grado en Física

Guía Académica 2014-2015 – Facultad de Ciencias



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

---

SALAMANCA, 2014



## ~ Índice

---

Guías docentes de las asignaturas .....	5
PRIMER CURSO .....	5
Primer cuatrimestre .....	5
Álgebra Lineal y Geometría I.....	5
Análisis Matemático I .....	11
Física I .....	17
Física II .....	23
Técnicas Informáticas en Física.....	31
Segundo cuatrimestre .....	36
Álgebra Lineal y Geometría II .....	36
Análisis Matemático II .....	41
Física III.....	49
Física IV .....	55
Laboratorio de Física.....	60
SEGUNDO CURSO.....	69
Primer cuatrimestre .....	69
Ecuaciones diferenciales.....	69
Electromagnetismo I.....	76
Instrumentación Electrónica .....	83
Laboratorio de Mecánica y Ondas .....	89
Mecánica I .....	96
Termodinámica I .....	104
Segundo cuatrimestre .....	113
Electromagnetismo II.....	113
Laboratorio de Electromagnetismo .....	120
Laboratorio de Termodinámica.....	127
Mecánica II .....	133
Termodinámica II.....	140
Variable Compleja .....	146
TERCER CURSO .....	152
Primer Cuatrimestre .....	152
Física Cuántica I.....	152
Óptica I.....	157
Mecánica Teórica.....	162
Electrodinámica Clásica .....	167
Métodos Numéricos .....	172
Laboratorio de Óptica.....	176

Segundo Cuatrimestre .....	182
Física Cuántica II.....	182
Óptica II.....	187
Física del Estado Sólido I.....	193
Física Estadística.....	200
Astrofísica y Cosmología.....	205
Laboratorio de Física Cuántica .....	210
CUARTO CURSO.....	216
Primer Cuatrimestre .....	216
Física Nuclear y de Partículas.....	216
Mecánica Cuántica.....	221
Electrónica Física.....	227
Física de Fluidos.....	233
Física Computacional.....	239
Laboratorio de Electrónica .....	245
Segundo Cuatrimestre .....	250
Electrónica de Comunicaciones .....	250
Física de Partículas .....	256
Meteorología .....	262
Física de Convertidores Energéticos .....	267
Física del Clima .....	273
Física del Estado Sólido II .....	278
Física Estadística Avanzada.....	285
Fotónica.....	290
Gravitación .....	294
Laboratorio de Física Nuclear .....	298
Mecánica Cuántica Avanzada .....	302
Óptica Coherente .....	307
Ondas Electromagnéticas Guiadas .....	312
Radiación y Propagación Electromagnéticas .....	317
Sistemas Electrónicos Digitales .....	322

## ~ GUÍAS DE LAS ASIGNATURAS

La Guía Docente de cada asignatura ofrece a los estudiantes información adecuada y completa, que les oriente y ayude a planificar su formación. Contiene la planificación detallada de cómo se va a desarrollar el programa de la asignatura, qué se pretende que aprenda el estudiante, cómo se va a llevar a cabo tal aprendizaje, bajo qué condiciones y de qué modo va a ser evaluado.

En definitiva, la Guía Docente es un instrumento de transparencia, que representa el compromiso del profesor en torno a diferentes criterios (contenidos, formas de trabajo, evaluación) sobre los que se irá desarrollando la enseñanza.

### PRIMER CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

#### ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA I

##### 1. Datos de la Asignatura

Código	100803	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

##### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Gloria Serrano Sotelo	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M0106 (Matemáticas)		
Horario de tutorías	Jueves de 17:00 a 20:00 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:laina@usal.es">laina@usal.es</a>	Teléfono	1538

Profesor	Daniel Hernández Serrano		
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M332 (Matemáticas)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Lunes de 16 a 19 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:dani@usal.es">dani@usal.es</a>	Teléfono 923 29 44 60	1534

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Métodos Matemáticos de la Física que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

<b>ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Álgebra Lineal y Geometría II</li> </ul>
<b>ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis Matemático I</li> <li>Física I</li> <li>Física II</li> </ul>
<b>ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:</b>

## 4. Objetivos de la asignatura

<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los aspectos básicos de la Geometría Lineal que se usan en Física.</li> <li>Utilizar el cálculo matricial elemental.</li> <li>Modelizar como espacios vectoriales conjuntos de polinomios, matrices y funciones.</li> <li>Saber operar con vectores, bases, coordenadas y aplicaciones lineales.</li> <li>Saber realizar cambios de base.</li> </ul>
---

- Reconocer y calcular las distintas ecuaciones de las subvariedades afines.
- Interpretar, discutir y resolver sistemas lineales, así como establecer su relación con las posiciones relativas de las subvariedades afines.

## 5. Contenidos

Tema 1. Espacios y subespacios vectoriales. Dependencia e independencia lineal. Bases y dimensión.  
 Tema 2. Operaciones con subespacios. Subespacios suplementarios.  
 Tema 3. Aplicaciones lineales. Núcleo e imagen de una aplicación lineal. Tipos de aplicaciones lineales.  
 Tema 4. Aplicaciones lineales en coordenadas: matrices. Sistemas lineales. Cambios de base.  
 Tema 5. Funciones coordenadas. Espacio dual. Subespacio incidente. Ecuaciones paramétricas e implícitas de un subespacio.  
 Tema 6. Geometría afín.

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

Competencias Básicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

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

### TIPO B (CG): Competencias Generales

Competencias Generales del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

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

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

Competencias Específicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

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

## 7. Metodologías

La metodología general no difiere mucho entre las distintas asignaturas del módulo Métodos Matemáticos de la Física 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 la asignaturas se hará sin perder el objetivo de que los estudiantes adquieran también otras competencias básicas y específicas del módulo.

En cuanto a las ACTIVIDADES PRESENCIALES, esta asignatura dispondrá de tres sesiones semanales de **clases teóricas y prácticas** de 1 hora de duración con el grupo completo y cuatro sesiones de 1 hora, **Seminarios**, una con cada uno de los cuatro subgrupos en los que se dividirá el grupo. También se realizarán periódicamente **actividades tutoriales en grupos pequeños**, en el horario previsto para **Tutorías**.

**Clases teóricas.** El profesor explicará y detallará los contenidos teóricos de cada tema, pondrá de manifiesto su aplicación con algunos ejemplos y propondrá ejercicios para resolver en las clases prácticas. Aunque se hará un desarrollo muy práctico de la asignatura con una exposición operativa de los diferentes métodos matemáticos de carácter lineal, se fomentará también que el estudiante comprenda las razones y justificaciones matemáticas del uso de las mismas.

**Clases prácticas.** Las clases prácticas consistirán en la resolución de los problemas propuestos al finalizar cada clase teórica. Hay que conseguir una estrecha relación entre los problemas y la teoría, pues es completamente utópico esperar que los alumnos aprendan matemáticas sin que resuelvan numerosos ejercicios, tanto en su sitio como en la pizarra. El desarrollo de ejercicios o de cuestiones teórico-prácticas en la pizarra, por parte del alumno, es fundamental no sólo para que el profesor constate su evolución sino para que éste aprenda a exponer con rigor sus conocimientos y a expresarse con corrección ante los demás.

Al finalizar cada tema el profesor colgará en Studium los archivos de teoría, problemas, cuestiones y ejercicios tipo test que el alumno deberá ir estudiando, resolviendo y completando.

**Seminarios.** El profesor propone una lista de ejercicios, en los que se desarrollarán los ejemplos y problemas de las clases prácticas. Los estudiantes realizarán estos ejercicios en clase, siempre bajo la supervisión del profesor, que resolverá las dudas que pudieran plantearse. Algunos Seminarios se impartirán en un aula de Informática para que los alumnos puedan utilizar software de cálculo numérico y simbólico.

**Actividades tutoriales:** además de las tutorías individuales se realizarán tutorías en grupos pequeños para que los alumnos planteen las dudas y dificultades que van apareciendo en el desarrollo de la asignatura.

Además de las actividades no presenciales correspondientes al trabajo autónomo que el alumno deberá desarrollar para conseguir los objetivos de la asignatura se realizarán:

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES del tipo: **Preparación de ejercicios**, pequeños documentos con **cuestiones teórico-prácticas**, **cuestionarios on-line** y **otros trabajos** que cada estudiante subirá como tarea a la plataforma Studium. Aquí será fundamental la ayuda del profesor por medio de la **tutoría on-line**.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		20		20	40
Prácticas	- En aula	15		30	45
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		8	20
Exposiciones y debates					
Tutorías		9			9
Actividades de seguimiento online			10	5	15
Preparación de trabajos			2	5	7
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		10	14
TOTAL		60	12	78	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

M. Castellet, I. Llerena. Álgebra lineal y geometría. Ed. Reverté. Barcelona(1991)  
 E. Hernández. Álgebra y Geometría. Addison-Wesley. Madrid (1994)  
 D.C. Lay. Álgebra lineal y sus aplicaciones. Ed. Pearson (2007)  
 J. Burgos. Álgebra lineal y geometría. Alhambra Universidad (1990)  
 E. Espada Bros. Problemas resueltos de Álgebra. Ed. Eunibar (1983)

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Se evaluará la adquisición de las competencias previstas por medio de las actividades de evaluación continua y de la prueba escrita final.

**Criterios de evaluación**

Tanto en los **trabajos** como en las **pruebas escritas** se valorará la correcta utilización de los conceptos y propiedades, las justificaciones teóricas necesarias para el desarrollo de las respuestas, así como la claridad y el rigor en la exposición y la precisión en los cálculos y notaciones.

Los pesos respectivos en la calificación serán:

**Trabajos:** Su valoración supondrá un **10%** de la nota total de la asignatura.

**Prueba escrita parcial:** Supondrán un **30%** de la nota total de la asignatura.

**Prueba escrita final:** Supondrá un **60%** de la nota total de la asignatura.

Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba sea al menos de 3/10.

**Instrumentos de evaluación**

Se utilizarán los relativos a las actividades de:

**Evaluación continua**

- **Trabajos.** Entrega de ejercicios, pequeños documentos con cuestiones teórico-prácticas, cuestionarios on-line y otros trabajos que cada estudiante subirá como tarea a la plataforma Studium
- **Prueba escrita parcial.** Podrá constar de *cuestiones teórico-prácticas, ejercicios cortos y preguntas tipo test*. Su duración será de 1 hora.
- **Prueba escrita final.** Constará de *dos partes*:
  - La *primera parte* estará formada por *cuestiones teórico-prácticas* en las que el alumno tendrá que razonar y expresar correctamente sus respuestas utilizando los conceptos necesarios y desarrollando las demostraciones que se precisen.
  - En la *segunda parte* se resolverán *dos problemas*, explicando con claridad su planteamiento y desarrollo. Tendrá una duración superior a la de la prueba escrita realizada durante el cuatrimestre.

Si algún estudiante, por circunstancias debidamente justificadas, no pudiera seguir la evaluación continua podrá realizar una prueba escrita el mismo día de la Prueba escrita final que englobará todos los contenidos teóricos y prácticos incluidos los planteados para realizar los trabajos y cuya duración será de cuatro horas.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

La realización de los ejercicios tipo test y de los cuestionarios on-line programados favorecerán la correcta aplicación de los conceptos teóricos y la precisión en los cálculos, servirán para relacionar las diferentes partes de la asignatura y su aplicación a otras disciplinas y fomentarán la autoevaluación.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará una **Prueba escrita extraordinaria** que constará de una parte de teoría y otra de problemas cuyos pesos respectivos serán del 40% y del 60% de la nota de la prueba. Englobará todos los contenidos teóricos y prácticos incluidos los planteados para realizar los trabajos propuestos durante el curso. Tendrá una duración de cuatro horas.

## ANÁLISIS MATEMÁTICO I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100802	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	BÁSICO	Curso	1º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	ANÁLISIS MATEMÁTICO I				
Departamento	MATEMÁTICAS				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	M.ª Jesús Senosiáin Aramendía	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3305 Matemáticas		
Horario de tutorías	Lunes de 17 a 20 h. y viernes de 10 a 11 h.		
URL Web			
E-mail	idiazabal@usal.es	Teléfono	923 29 44 60 (1538)

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta materia forma parte del módulo Métodos Matemáticos de la Física, compuesto por 6 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Análisis Matemático II
- Ecuaciones Diferenciales
- Variable Compleja

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Álgebra Lineal I
- Física I

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:****4. Objetivos de la asignatura**

- Desarrollar una capacidad práctica para el uso del cálculo diferencial en Física
- Comprender y manejar los conceptos, técnicas y herramientas básicas del cálculo diferencial en una variable.
- Saber calcular correctamente límites, derivadas, diferenciales y desarrollos de Taylor de funciones de una variable.
- Saber caracterizar los puntos críticos de funciones de una variable.
- Saber analizar la convergencia de series.
- Saber calcular correctamente límites, derivadas, diferenciales y caracterizar los puntos críticos con y sin ligaduras de funciones de varias variables.

**5. Contenidos**

TEMA	SUBTEMA
1. Números reales y complejos	Números reales: operaciones, orden, distancia, la recta real. Números complejos: operaciones, distancia, conjugación, el plano complejo.
2. Sucesiones y Series	Sucesiones numéricas, operaciones con sucesiones, convergencia. Series numéricas, suma de una serie, series de términos positivos, criterios de convergencia.
3. Funciones de una Variable Real	Definición, dominio, imagen, crecimiento, extremos, composición, función inversa. Funciones elementales. Límite de una función en un punto. Continuidad, tipos de discontinuidades. Teorema de Bolzano.
4. Derivabilidad. Fórmula de Taylor	Derivada de una función en un punto, interpretaciones geométrica y dinámica. Derivada y operaciones, regla de la cadena y derivada de la función inversa. Teoremas de Rolle y de los incrementos finitos. Aplicaciones: crecimiento, regla de l'Hôpital. Derivadas sucesivas, aproximación por polinomios, fórmula de Taylor. Aplicaciones: extremos, concavidad, cálculos aproximados.
5. Funciones de Varias Variables	Funciones de varias variables. Representación geométrica, curvas de nivel. Campos escalares y campos vectoriales en $\mathbb{R}^n$ . Límites y continuidad.
6. Cálculo Diferencial en Varias Variables	Derivadas direccionales. Diferencial. Matriz Jacobiana. Vector gradiente. Vector tangente. Reglas de diferenciación.
7. Aplicaciones de Cálculo Diferencial	Aproximación de Taylor. Fórmula de Taylor en varias variables. Extremos locales. Matriz Hessiana. Extremos con ligaduras. Multiplicadores de Lagrange.

**6. Competencias a adquirir**

<b>TIPO A (CB): Competencias Básicas</b>
Competencias Básicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca: 1. CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía
<b>TIPO B (CG): Competencias Generales.</b>
Competencias Generales del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca: -2: Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado. 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
<b>TIPO B (CE): Competencias Específicas</b>
Competencias Específicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca: 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-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-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados. 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.

**7. Metodologías**

<b>METODOLOGÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Metodología general como asignatura del módulo Métodos Matemáticos de la Física	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.

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
<p>Metodología general como asignatura del módulo Métodos Matemáticos de la Física</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 programas y su actualización permanente.</p> <p>Existen diferentes mecanismos de coordinación docente entre todas las asignaturas del módulo Métodos Matemáticos de la Física como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Contacto permanente entre los profesores que imparten una misma asignatura, para conocerlas 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.</li> <li>• Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación 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).</li> <li>• 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.</li> </ul>
<p>Clases magistrales de teoría</p>	<p>En esta asignatura 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 la asignatura 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.</p>
<p>Clases prácticas</p>	<p>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 la asignatura.</p> <p>Para alcanzar tal fin, los estudiantes dispondrán previamente de aquel material docente que se estime oportuno y en particular de los correspondientes enunciados de problemas con objeto de poder trabajar en ellos con antelación</p> <p>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.</p>

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Tutorías de teoría y problemas	A partir de las anteriores clases presenciales y con objeto de conseguir una mayor comprensión y destreza de los métodos matemáticos expuestos, se propondrán a los estudiantes diferentes ejercicios 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 si mismos las competencias de la asignatura.
Trabajos	Periódicamente se propondrá al estudiante una serie de trabajos consistentes en la elaboración de ejercicios y ejemplos, preferentemente con motivación física, para elaborar individualmente y/o en pequeños grupos. Dichos trabajos serán tutelados por los profesores durante su desarrollo y serán expuestos en seminarios tutelados con el resto de los compañeros del curso para fomentar el debate científico.
Controles de seguimiento	A criterio del profesor pueden establecerse suplementariamente una o varias pruebas de evaluación o controles de seguimiento con las que se valorará la adquisición de competencias alcanzadas por el estudiante.

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	42		60	102
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	15		5	20
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			10	10
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		15	18
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Cálculo I. Teoría y Problemas de Análisis Matemático en una variable	Alfonsa García et al.	Clagsa, D.L.		Libro de texto	AZ/PO/517CAL
Cálculo Vectorial	J.E. Marsden A.J. Tromba	Pearson Addison-Wesley		Libro de texto	AZ/PO/514.7 MARcal
Calculus I y II	Salas Hille	Reverté		Libro de texto	AZ/PO/517 SALcal
Cálculo I y II	Larson, Hostetter, Edwards	McGraw-Hill		Bibliografía complementaria	AZ/PO/517 LARcal
Análisis Matemático II: Problemas y Soluciones	L. M. Navas Vicente	Librería Cervantes		Bibliografía complementaria	
Curso de Análisis Matemático II	L. M. Navas Vicente	Librería Cervantes		Bibliografía complementaria	

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán un 20% en pruebas escritas, 30% entrega de trabajos y exposiciones.

La prueba escrita final será un 50% de la nota total de la asignatura..

## Instrumentos de evaluación

Evaluación continua, se valorará:

- Realización tutelada de trabajos tanto individuales como en equipo y defensa de los trabajos a entregar a criterio del profesor. Será un 30% de la nota total de la asignatura.
- Pruebas escritas. Serán un 20% de la nota total de la asignatura.
- Examen final. Será un 50% de la nota total de la asignatura.

#### Recomendaciones para la evaluación

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en todas las actividades programadas.

#### Recomendaciones para la recuperación

Los trabajos y exposiciones de evaluación continua no serán recuperables.  
Las pruebas escritas de evaluación continua se podrán recuperar en el examen extraordinario.  
El examen final se recuperará mediante otro examen escrito en la recuperación..

## FÍSICA I

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100800	Plan	2009	ECTS	6.0
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física de la Tierra				
Departamento	Física General y de la Atmósfera				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Clemente Tomás Sánchez	Grupo / s	único
Departamento	Física General y de la Atmósfera		
Área	Física de la Tierra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Despacho T1321. Edificio Trilingüe		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves: 16,30-18,30 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:cts50@usal.es">cts50@usal.es</a>	Teléfono	923-29 45 00 extensión: 1326

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

**FÍSICA I** es una de las cinco asignaturas, todas ellas obligatorias y estrechamente vinculadas entre sí, que forman parte del módulo **Fundamentos de Física**, bloque de formación básica. El bloque se estructura en cuatro asignaturas teóricas y una asignatura totalmente práctica, que se desarrolla en el laboratorio y en la que se aplican experimentalmente los conocimientos adquiridos.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.**

Los conocimientos y competencias adquiridos en esta disciplina son fundamentales para la formación académica del Graduado en Física y le permitirán la mejor comprensión y asimilación en asignaturas de cursos superiores en las que se han de adquirir las competencias inherentes a las diferentes áreas de la Física.

**Perfil profesional.**

Al ser una materia básica, es obligatoria y necesaria para todos los perfiles profesionales propuestos para esta titulación de Grado.

**3. Recomendaciones previas**

Se recomienda disponer de conocimientos generales de Física y Matemáticas correspondientes al currículo de la Enseñanza Secundaria y del Bachillerato, al mejor nivel posible.

Además, la estructuración del Plan de estos estudios de Grado incorpora, como recomendación obvia, cursar simultáneamente todas las demás asignaturas del primer semestre del curso 1º.

También puede indicarse que esta asignatura tiene su continuidad en las asignaturas Física III, Física IV (del 2º semestre) y en Mecánica I (de 2º curso).

**4. Objetivos de la asignatura**

- Conocer y utilizar las magnitudes físicas fundamentales y derivadas, los sistemas de unidades más utilizados en que se miden, haciendo hincapié en el Sistema Internacional y la equivalencia entre ellos.
- Manejar los esquemas conceptuales básicos de la Física en términos: partícula, sistema de referencia, energía, momento, leyes de conservación, puntos de vista microscópico y macroscópico, etc
- Conocer los principios de la Mecánica y las relaciones que se derivan de ellos, poniendo de manifiesto el carácter unitario de la Física.
- Comprender las diferencias básicas entre la Mecánica clásica y la relativista
- Motivar al alumno en su interés por el conocimiento de los fundamentos de las leyes que rigen los fenómenos naturales y así, unir la realidad que le rodea al desarrollo tecnológico, por medio de ejemplos y aplicaciones de interés.
- Capacidad para relacionar la Física con otras Ciencias, en pro del trabajo multidisciplinar
- Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el campo de la Física a la resolución de problemas y casos, siguiendo modelos previamente desarrollados.

**5. Contenidos****Tema 1.- Medida y vectores**

Naturaleza de la Física. Unidades. Dimensiones de las magnitudes físicas. Vectores

**Tema 2.- Cinemática.-** Definición de movimiento. Elementos de movimiento. Magnitudes cinemáticas del movimiento. Tipos de movimientos. Cinemática de algunos movimientos. Composición de movimientos.

**Tema 3.-Dinámica.-** Principios fundamentales. Sistemas de referencia. Relatividad de Galileo. Fuerzas de rozamiento. Resolución de problemas. Impulso y momento lineal. Principio de conservación del momento lineal. Momento cinético. Sistema de partículas. Centro de masas. Momento lineal de un sistema de partículas. La 2LN para un sistema de partículas. Principio de conservación del momento lineal de un sistema de partículas. El centro de masas como sistema de referencia. Momento cinético de un sistema de partículas. Principio de conservación del momento cinético de un sistema de partículas. Movimiento de una partícula sometida a fuerzas centrales.

**Tema 4.- Trabajo y energía.-** Trabajo. Potencia. Energía cinética. Choques. Campos escalares: gradiente. Campos vectoriales: circulación. Campos conservativos. Energía potencial. Principio de conservación de la energía mecánica. Potencial. Flujo a través de una superficie.

**Tema 5.- Dinámica de rotación.-** Sólido rígido. Momento de una fuerza. Momento de inercia. Energía cinética de un sólido en rotación en torno de un eje fijo. Trabajo y potencia en la rotación. Ecuación fundamental de la dinámica de rotación. Aplicaciones de la ecuación fundamental. Extensión de los principios de conservación de la energía mecánica a los movimientos de rotación. Conservación del momento cinético.

**Tema 6.- Gravedad.-** Leyes de Kepler. Ley de la gravitación universal. Energía potencial gravitatoria. El campo gravitatorio

**Tema 7.- Equilibrio estático.-** Condiciones de equilibrio: Centro de gravedad. Equilibrio étatico en un sistema acelerado

**Tema 8.- Relatividad especial.-** Antecedentes. Transformación de Lorents: Consecuencias. Principio de la relatividad especial. Momento lineal, fuerza y energía relativistas.

## 6.- Competencias a adquirir

En esta asignatura, bien de forma exclusiva o también en colaboración con otras disciplinas, del Plan de Estudios, se pretende que el alumno adquiera las siguientes competencias:

### Básicas/Generales

#### Básicas

CB-1: Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de la Física a partir de la base de la Educación Secundaria general y del Bachillerato, 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-5: Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física.

#### Generales

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.

### Específicas

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

CE-2: Haberse familiarizado con algunas de 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 órdenes 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

**Transversales**

- Conocer la importancia de las Ciencias, y en particular de la Física, en el desarrollo tecnológico de la sociedad
- Capacidad para el trabajo individual, para el desarrollo de habilidades de aprendizaje, incluyendo destrezas para el trabajo autónomo.
- Desarrollo del sentido crítico y autocrítico y de su aplicación a la toma de decisiones.
- Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis.
- Habilidad para el trabajo en equipo, tanto en la resolución como en la discusión de problemas.

**7. Metodologías**

Esta asignatura se desarrolla coordinadamente con el resto de las del módulo formativo, siguiendo las pautas metodológicas establecidas en la Facultad; se estructura en las siguientes actividades:

**1.- Clases en grupo completo: 3 horas/semana**

El contenido teórico básico de los temas se expondrá por el profesor en clases presenciales de tipo magistral, que servirán para transmitir los conocimientos relacionados con las competencias previstas.

Para ello, el profesor se apoyará en el empleo de las herramientas metodológicas a su disposición: clases de pizarra, utilización de medios audiovisuales, etc.

El profesor planteará a los alumnos preguntas, entregará formularios con ejercicios o cuestiones a resolver y dejará abiertos caminos para que los alumnos busquen respuestas y para que sirvan como base a desarrollar en grupos más reducidos.

**2.- Clases en grupo reducido: 1 hora/semana**

La adquisición de conocimientos teóricos se complementa con la de habilidades vinculadas con su aplicación práctica, que se consigue mediante los seminarios y las clases de problemas.

El profesor propondrá a lo largo del curso la resolución de cuestiones y problemas, siempre tutelados, sobre aspectos teóricos o prácticos; dichos trabajos se plantearán con carácter individual o en equipo.

El profesor propondrá una serie de ejercicios relacionados con los temas objeto de estudio, resolviendo en clases presenciales modelos de cada tipo de ejercicio y dejando para el trabajo no presencial la resolución de los restantes.

Posteriormente, en otros seminarios y en tutorías, los alumnos mostrarán el trabajo realizado, permitiendo al profesor llevar un seguimiento apropiado del progreso del aprendizaje, resolver las dudas que se presenten, participando en la superación de las dificultades que hayan podido surgir y orientando acerca de la búsqueda de información o la ampliación de conocimientos en las fuentes bibliográficas apropiadas.

Al resolver los ejercicios planteados, se fomenta la discusión, el intercambio de opiniones y la crítica por parte de todos los asistentes.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura, se recomienda una asistencia y participación activa en todas y cada una de las actividades.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	42		63	105

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Prácticas					
Seminarios		11		16	27
Exposiciones y debates					
Tutorías		3		3	6
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		8	12
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno

### **Bibliografía básica (manual de referencia)**

TIPLER, P.A. y MOSCA, G.; *Física para la Ciencia y la Tecnología*. 6ª ed. vol. 1 (2 vol.). Ed. Reverté. Barcelona. 2010.

### **Bibliografía complementaria**

DE JUANA, J.M.; *Física Universitaria*. vol.1 (2 vol.). 12ª ed. Ed Pearson Educación. México. 2009.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se podrá introducir otras posibles referencias a través de la plataforma virtual Studium

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación en esta asignatura se basa en:

- Una evaluación continua, en la que se considerarán todas las actividades desarrolladas a lo largo del semestre en seminarios y tutorías.
- Una prueba final de evaluación, en fecha programada por la Facultad. Esta prueba se realizará por escrito y en ella el alumno deberá demostrar su nivel de conocimientos y competencias en esta asignatura. Constará de preguntas teóricas y de problemas a resolver.

En el transcurso de las actividades en grupos reducidos (seminarios y tutorías) se implementarán procesos de evaluación continua, basados en la participación activa en dichas actividades, en la resolución de problemas, en la respuesta a las cuestiones planteadas por el profesor o en la resolución de casos propuestos para el trabajo no presencial, ya sea personal o en grupo. En el transcurso de los seminarios, también se podrán plantear pruebas breves de evaluación

<b>Criterios de evaluación</b>
Desarrollando las disposiciones adoptadas con carácter general para esta titulación de Grado, el peso de cada parte de la evaluación en la calificación final de esta asignatura se atenderá a lo siguiente: a) La evaluación continua, en la que se considerarán todas las actividades desarrolladas a lo largo del semestre en seminarios y tutorías, representará un 20% de la calificación final del alumno (asistencia, problemas y pruebas escritas). b) La prueba final de evaluación por escrito, corresponderá al 80% de la calificación final del alumno. Hay que resaltar que, para superar con éxito la asignatura, el alumno deberá conseguir, al menos, el 40% de los puntos posibles en la prueba final por escrito.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
<u>Evaluación continua:</u> Para esta evaluación se tendrán en cuenta los ejercicios y problemas que se planteen a lo largo del curso, las tareas a desarrollar, los controles periódicos y cuantas otras pruebas se planteen. <u>Evaluación final:</u> Constará básicamente de cuestiones relativas a conocimientos teóricos y problemas a resolver.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
La recomendación fundamental para que el alumno pueda afrontar con posibilidades de éxito la superación de esta asignatura, se centra en el trabajo constante, en la dedicación continuada a la realización de las tareas planteadas en las diferentes actividades que componen el conjunto de herramientas puestas a su disposición para la adquisición de las competencias previstas en la asignatura.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
Aquellos alumnos que no superen la asignatura a lo largo del semestre, tendrán una segunda oportunidad en el mismo curso, en la que podrán mejorar la calificación obtenida en la evaluación final por escrito. Los alumnos que no consigan superar la asignatura dentro del curso académico, deberán mejorar los aspectos que les impidieron superarla; y para conocer cuáles son esos aspectos, habrán de ponerse en comunicación con el profesor al inicio del siguiente curso académico.

## FÍSICA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100801	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	1º cuatrimestre
Área	Física de la Materia Condensada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Pablo Guillermo González Espeso	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Segunda planta. Despacho nº 2 T3304		
Horario de tutorías	Lunes a Viernes de 12h a 14h		
URL Web			
E-mail	pgecp@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

Profesor	Máximo Gómez Flórez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Planta principal . Despacho T1105		
Horario de tutorías	Lunes a Viernes de 18h a 20h		
URL Web			
E-mail	maximo@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una asignatura que forma parte del módulo Fundamentos de Física que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física
Perfil profesional.
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

### 3. Recomendaciones previas

#### ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Termodinámica I
- Termodinámica II
- Laboratorio de Termodinámica
- Física Estadística
- Física de convertidores energéticos

#### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

Todas las asignaturas del primer semestre del curso primero del Grado de Física

#### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

### 4. Objetivos de la asignatura

#### Generales:

- Tener un conocimiento claro de las magnitudes físicas fundamentales y derivadas, los sistemas de unidades en que se miden y la equivalencia entre ellos.
- Manejar con fluidez distintos sistemas de unidades.
- Desarrollar la capacidad para construir modelos que idealicen la realidad física, acordes a este nivel, cualidad necesaria en quienes construyen la Física o cualesquiera otras partes de la Ciencia y la Tecnología.
- Desarrollar la capacidad de análisis y de resolución de problemas básicos, tanto de fundamentos como de aplicaciones, relativos a la teoría que abarcan los descriptores y saber cómo hacer aproximaciones, cuándo y cuáles
- Comprender los fenómenos físicos que gobiernan los procesos que ocurren en la naturaleza y sus aplicaciones.
- Adquirir un razonamiento crítico en la observación, descripción e interpretación de los fenómenos físicos.
- Adquirir una visión equilibrada de los desarrollos matemáticos y de las aplicaciones a que conducen.
- Adquirir de capacidad de análisis e interpretación de los resultados obtenidos (unidades y ordenes de magnitud).
- Aprender a realizar la búsqueda de fuentes bibliográficas.
- Aprender a construir textos o informes. comprensibles y organizados y para presentarlos con claridad y precisión.
- Disponer de los fundamentos matemáticos mínimos que permitan la descripción de fenómenos físicos.
- Utilizar con soltura las estrategias necesarias para resolver problemas, seleccionando y aplicando los conceptos físicos necesarios.
- Investigación básica y aplicada: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación Física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes

- Resolución de problemas: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una percepción de las situaciones que son físicamente diferentes pero que muestran analogías, permitiendo, por lo tanto, el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- Adquirir intuición física, evaluando la importancia relativa de las diferentes causas que intervienen en un fenómeno físico.
- Destrezas Generales y Específicas de Lenguas extranjeras: Mejorar el dominio del inglés científicotécnico mediante la lectura y acceso a la bibliografía fundamental de la materia
  - Aprender a utilizar rigurosamente la terminología científica

#### Específicas

- Aprender a utilizar científicamente los observables termodinámicos, es decir, de forma rigurosa, matemática y lógica.
- Saber convertir rápida y rigurosamente las medidas de los observables termodinámicos de unos sistemas de unidades a otros y deducir científicamente los órdenes de magnitud y qué relación guardan con las medidas en condiciones normales
- Utilizar la metodología científica para analizar, resolver las cuestiones, problemas y planteamientos suscitados por las teorías termodinámicas y deducir las oportunas conclusiones científicas; id est tratar todas las cuestiones, consideraciones, interrogantes, problemas, principios y teoremas suscitados o dimanados de la termodinámica de acuerdo con la metodología científica
- Aprender a desmontar las falacias termodinámicas que surgen en la cotidianeidad: noticias, publicaciones, tópicos, opiniones "científicas" y dogmáticas evacuados por personas cuya formación científica es muy posible que sea muy exigua, por no decir nula, pero que, a pesar de ello, crean estados de opinión y creencias erróneas en los ciudadanos.
- Disponer de los fundamentos teóricos mínimos que permitan la comprensión y descripción de la estática y dinámica de fluidos.
- Disponer de los fundamentos teóricos mínimos que permitan la comprensión y descripción de procesos térmicos.
- Aplicar correctamente los principios de la Termodinámica en sistemas sencillos
- Conocer los principios básicos de la termodinámica, así como los conceptos relacionados en los mismos: temperatura, energía interna, calor, trabajo y entropía.
- Saber aplicar dichos principios para el estudio de procesos del gas ideal, distinguiendo entre procesos reversibles e irreversibles. Entender la interpretación microscópica de magnitudes macroscópicas del gas ideal, así como otros aspectos básicos de la teoría cinética de gases
- Relacionar las fuerzas y las deformaciones cuando aquellas actúan sobre un sólido rígido
- Ser capaz de comprender algunas de las leyes propuestas en la Física de fluidos

### 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMAS	SECCIONES
TEÓRICOS.	
1. CONCEPTOS BÁSICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Conceptos básicos</li> <li>· Principio cero de la Termodinámica</li> <li>· Escalas termométricas</li> <li>· Temperaturas de un gas. Escala absoluta de temperaturas</li> <li>· Definiciones de procesos</li> <li>· Coeficientes termomecánicos</li> <li>· Gases</li> <li>· Ecuación de estado</li> <li>· Ecuación de estado de un gas ideal</li> </ul>

2. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Trabajo</li> <li>· Trabajo configuracional y disipativo</li> <li>· El asunto del calor</li> <li>· Primer Principio. Energía interna.</li> <li>· Calorimetría</li> <li>· Capacidades caloríficas</li> <li>· Focos térmico y mecánico</li> </ul>
3. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Máquinas térmicas</li> <li>· Enunciados tradicionales del Segundo Principio</li> <li>· Procesos reversibles e irreversibles</li> <li>· Ciclo y Teorema de Carnot</li> <li>· Temperatura termodinámica</li> <li>· Teorema de Clausius. Entropía</li> <li>· Ecuación trabajo-entropía</li> </ul>
4. PROPIEDADES Y PROCESOS TÉRMICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dilatación térmica</li> <li>· Superficies PVT.</li> <li>· Diagrama de fases</li> <li>· Cambios de fase</li> <li>· Transferencias de energía térmica</li> </ul>
5. TEORÍA CINÉTICA DE GASES	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Teoría Cinética de los Gases</li> <li>· Cálculo de la presión ejercida por un gas ideal</li> <li>· Interpretación cinética de la temperatura de un gas ideal</li> <li>· Teorema de equipartición</li> <li>· Distribución de velocidades moleculares</li> </ul>
6. ELASTICIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tensión y deformación.</li> <li>· Ley de Hooke</li> <li>· Elasticidad y plasticidad</li> <li>· Torsión. Péndulo de torsión</li> </ul>
7. FLUIDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Densidad</li> <li>· Presión en un fluido. Ecuación fundamental de la Hidrostática</li> <li>· Principio de Arquímedes</li> <li>· Dinámica de fluidos. Ecuación de continuidad</li> <li>· Ecuación de Bernoulli</li> <li>· Flujo viscoso. Ley de Poiseuille</li> <li>· Turbulencia. Número de Reynolds</li> </ul>
PRÁCTICOS.	Resolución de problemas relativos a cada uno de los temas precedentes. Desarrollo y entrega de problemas propuestos por el profesor

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

- 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.

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

- 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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas.**

- 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría	Mediante clases magistrales se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura
Clases de resolución de problemas	En las clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados y para ello se les entregará a los estudiantes una colección de enunciados.
Exposición de problemas	Los estudiantes participarán activamente en clase mediante la exposición de problemas y la discusión en grupo. El estudiante deberá exponer problemas propuestos, para cuya preparación contará con el apoyo del profesor en el horario de tutorías. En esta actividad los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren.
Entrega de trabajos	Cada estudiante resolverá y entregará al profesor ejercicios de forma individualizada para mejorar su formación. Los ejercicios entregados por el profesor serán corregidos y calificados por éste, realizando los comentarios y sugerencias que considere oportunos para que el estudiante pueda alcanzar los objetivos y competencias ligados a esta asignatura.
Tutorías	Los profesores están disponibles en los horarios establecidos para atender de forma individualizada las dudas de los estudiantes. Además estos podrán utilizar la plataforma "studium" para poner en común sus dudas, en la que se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar estas cuestiones.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	30,0		22,5	52,5
Clases prácticas	15,0		37,5	52,5
Seminarios	7,5		10,0	17,5
Exposiciones y debates	4,5		5,0	9,5
Tutorías	2			2
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades				
Exámenes	3		15	18
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>		<b>90</b>	<b>152</b>

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Física para la ciencia y la tecnología	P. A. TIPLER y G. MOSCA	REVERTÉ	Barcelona	Libro de referencia	AZ/P0/53 TIP fis
Introducción a la Termodinámica	C. FERNÁNDEZ Y S. VELASCO	SÍNTESIS	Madrid	Libro de referencia	AZ/P0/536.7 FER int
Física universitaria	F.W. SEARS, M.W. ZEMANSKY, H.D. YOUNG	FONDO EDUCATIV	México	Libro de consulta	AZ/P0/53 FIS

**OTROS COMENTARIOS:**  
El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, vídeos, etc.) en la plataforma "studium".

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.
Instrumentos de evaluación
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pruebas escritas: Se evaluará críticamente, bajo criterios estrictamente científicos por una parte la teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases de teoría) mediante la contestación de preguntas cortas, y por otra, los problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas). Cada parte se valorará sobre 10 puntos, se hará la media, penalizando ponderadamente medias "escandalosas" (p. ej. 1 y 9 no producirá un 5). La media se ponderará como un 20% de la nota final.</li> <li>- Ejercicios entregados y/o expuestos por los estudiantes: Se evaluará, críticamente, bajo criterios estrictamente científicos la entrega de ejercicios y trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso, así como la exposición y debate de los mismos en clase. Se valorará muy negativamente los fraudes (copia acrítica de compañeros o de otros medios, por ejemplo Wikipedia). Constituirán un 10% de la nota total de la asignatura.</li> </ul>

**Prueba escrita final:**

Los profesores encargados de la asignatura establecerán, de acuerdo con la marcha de la explicación de la asignatura y trabajo sobre la misma, una prueba de teoría y otra de problemas. Cada parte se valorará sobre 10 puntos, se hará la media entre ambas partes, penalizando ponderadamente medias "escandalosas" (p. ej. 1 y 9 no producirá un 5). Dicha media contabilizará como un 70% de la nota final. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 30% de la nota máxima de la prueba.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Se establecerá un procedimiento para la recuperación de la parte de evaluación continua y se realizará una prueba escrita de recuperación, aplicando estrictos criterios científicos para su calificación.

## TÉCNICAS INFORMÁTICAS EN FÍSICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100804	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	BÁSICO	Curso	1º	Periodicidad	1º cuatrimestre
Área	Lenguajes y Sistemas Informáticos				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ana Belén Gil González	Grupo / s	Todos
Departamento	Informática y Automática		
Área	Lenguajes y Sistemas Informáticos		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	F3008 (Ciencias)		
Horario de tutorías	martes y miércoles de 11 a 14 h.		
E-mail	<a href="mailto:abg@usal.es">abg@usal.es</a>	Teléfono	1302

Profesor	Ana de Luis Reboredo		
Departamento	Informática y Automática		
Área	Lenguajes y Sistemas Informáticos		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	F3009 (Ciencias)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Martes de 11 a 14 h. Viernes de 8 a 11 h.		
E-mail	<a href="mailto:adeluis@usal.es">adeluis@usal.es</a>	Teléfono	1513

Profesor	Belén Pérez Lancho		
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	F3001 (Ciencias)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 11 a 14 h.		
E-mail	<a href="mailto:lancho@usal.es">lancho@usal.es</a>	Teléfono	1303

Profesor	Rodríguez Barrios, Dionisio tomás		
Departamento	Informática y Automática		
Área	Lenguajes y Sistemas Informáticos		
Centro	E.P.S. Zamora		
Despacho		Grupo / s	PA4
Horario de tutorías	Martes de 11 a 14 h. Viernes de 8 a 11 h.		
E-mail	<a href="mailto:tomas.rb@usal.es">tomas.rb@usal.es</a>	Teléfono	

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

### Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física que a su vez está compuesto por 3 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física

Perfil profesional.

Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- MÉTODOS NUMÉRICOS
- FÍSICA COMPUTACIONAL

## 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer los sistemas de representación de la información y los conceptos fundamentales del procesamiento automático de la información.
- Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.
- Aprender a programar en un lenguaje relevante para el cálculo científico.
- Desarrollar programas que resuelvan problemas utilizando el entorno computacional adecuado.
- Desarrollar la capacidad de modelar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos adquiridos sobre la materia de la asignatura así como procedimientos y resultados de resolución de problemas científicos.
- Manejar herramientas para edición de textos científicos.

## 5. Contenidos

### TEORIA

#### Introducción y conceptos generales

- Conceptos básicos.- Máquina de Von Neumann
- Unidades funcionales del ordenador

#### Sistemas de Numeración y Codificación de la Información

- Sistemas Codificación de la Información
- Codificación de datos numéricos: Punto fijo; Coma flotante

Aritmética Binaria  
Codificación de caracteres  
Códigos especiales

#### Introducción a la programación estructurada y al diseño de programas.

Diseño de programas  
Programación estructurada  
Elementos básicos de un lenguaje de programación  
Operadores y expresiones  
Control de flujo de ejecución  
Funciones y Programación estructurada  
Estructuras de datos  
Gestión de la memoria  
Tipos estructurados

#### Introducción a Lenguajes Simbólicos: Matlab

Introducción  
Matrices, vectores y ecuaciones  
Uso de funciones y ficheros  
Programación  
Gráficos

#### PRÁCTICAS

##### Introducción al entorno de trabajo de las sesiones prácticas

Plataforma on-line de trabajo  
Linux  
Windows

##### Lenguaje de programación estructurada

Programación con Lenguaje C

##### Lenguaje Simbólico

Introducción a Matlab  
Ejercicios prácticos aplicados a la física

#### SEMINARIO

##### Herramientas de edición de textos científicos

LaTeX

## 6. Competencias a adquirir

### Básicas/Generales.

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

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

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

<p>Específicas.</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.</p> <p>CE-8: Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinar y de presentar, mediante medios escritos y orales, su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográfica tanto a profesionales como a público en general.</p>
--

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Estas clases se impartirán en un aula ordinaria a la totalidad del grupo. En ellas se expondrá el contenido teórico de los temas y se explicarán las aplicaciones prácticas de los conceptos estudiados. Podrán incluir la resolución de algún caso práctico. Se indicará a los alumnos que lean la documentación proporcionada previamente a la impartición de la clase para mejorar su capacidad de asimilación de los conceptos.
Clases de prácticas con ordenador	Se propondrá a los alumnos la resolución de problemas concretos para lo que deberán hacer uso de los conocimientos estudiados en las clases magistrales de teoría. Las clases prácticas se realizarán en aula de informática.
Trabajos	A partir de las clases teóricas y prácticas los alumnos deberán realizar trabajos personales o en grupo supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual o en grupo de un problema, o bien en el desarrollo de un tema relacionado con los contenidos de la asignatura. Posteriormente, los alumnos realizarán una presentación al resto de los estudiantes del trabajo realizado exponiendo las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.
Foros de discusión	Haciendo uso de la plataforma Studium, se activarán una serie de foros en los que se planteará la discusión sobre las posibles soluciones de un problema concreto. Los problemas podrán ser planteados por el profesor o por los propios alumnos.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		27		27	54
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	27		27	54
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2	2		4
Exposiciones y debates			3		3
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				10	10
Preparación de trabajos				9	9

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		12	16
TOTAL	60	5	85	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

García, f. et al. *Programación en C*. Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2005

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Se utilizarán como fuente de información complementaria los documentos elaborados por los responsables de la asignatura que estarán disponibles en la página Web de la misma.

**Otras direcciones Web con información de interés:** Páginas de documentación de Matlab:

[http://www.mathworks.es/academia/student\\_version/start.html](http://www.mathworks.es/academia/student_version/start.html)

<http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/Matlab70/matlab70primer0.pdf>

Página de documentación de LaTeX: <http://www.latex-project.org/guides/>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación.

### Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias mediante actividades de evaluación continua así como a través de la prueba escrita final. Estas actividades incluirán la realización de diferentes pruebas escritas a lo largo del curso. Las actividades de evaluación continua podrán incluir la realización y defensa de trabajos y la realización de diferentes pruebas escritas a lo largo del curso. En total, las actividades de evaluación continua supondrán un 30% de la calificación de la asignatura.

Se realizará un examen final consistente en una prueba escrita que constituirá el 70% de la calificación de la asignatura.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener al menos 4 puntos sobre 10 en el examen final y un total de al menos 5 puntos en la suma ponderada de las calificaciones de las actividades de evaluación continua y del examen final.

### Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes. Participación activa en clases de prácticas y seminarios:

- Trabajos: se valorará tanto la elaboración del trabajo como la presentación de los mismos.
- Pruebas escritas: constarán de preguntas que permitan evaluar la asimilación de los conceptos estudiados así como la resolución de ejercicios prácticos para comprobación de adquisición de las competencias.

### Recomendaciones para la evaluación.

### Recomendaciones para la recuperación.

Al finalizar el curso se realizará una prueba escrita de recuperación del examen final. Las actividades de evaluación continua no serán recuperables.

## PRIMER CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100808	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	BÁSICO	Curso	1º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Álgebra				
Departamento	MATEMÁTICAS				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Gloria Serrano Sotelo	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M0106 (Matemáticas)		
Horario de tutorías	Jueves de 17 a 20 h.		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:laina@usal.es">laina@usal.es</a>	Teléfono	1538

Profesor	José Ignacio Iglesias Curto	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3302 (Matemáticas)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Miércoles de 16 a 19 h.		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:joseig@usal.es">joseig@usal.es</a>	Teléfono	1534

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Métodos Matemáticos de la Física que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado de Física

Perfil profesional

Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

**ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:**

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Análisis Matemático II
- Física III
- Física IV

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Álgebra Lineal y Geometría I

## 4. Objetivos de la asignatura

- Reconocer y calcular las formas más sencillas que, mediante un cambio de base, pueden adoptar las matrices asociadas a un endomorfismo.
  - Saber resolver problemas métricos en el espacio euclídeo.
  - Identificar qué tipo de transformaciones lineales del espacio euclídeo conservan ángulos y distancias y estudiar sus propiedades.
  - Saber clasificar las métricas simétricas sobre un  $\mathbb{R}$ -espacio vectorial, interpretándolas como diferentes formas de medir en un espacio físico real, y estudiar su aplicación a la clasificación de formas cuadráticas y al estudio de las cónicas.
  - Saber utilizar los conceptos básicos sobre tensores, de los que vectores, formas lineales, endomorfismos y métricas son casos particulares.
- Conocer la aplicación del álgebra tensorial y del álgebra exterior a la Física.

## 5. Contenidos

**Tema 1.** Clasificación de endomorfismos: Diagonalización y formas de Jordan. Aplicaciones al cálculo de potencias y exponenciales de una matriz y a la resolución de ecuaciones diferenciales lineales

**Tema 2.** Geometría euclídea. Ortogonalización. Transformaciones ortogonales. Giros y simetrías en  $\mathbb{R}^2$  y  $\mathbb{R}^3$

**Tema 3.** Clasificación de métricas y de formas cuadráticas. Interpretación del teorema de inercia de Sylvester. Aplicación al estudio de las cónicas

**Tema 4.** Cálculo tensorial.

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

Competencias Básicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca: CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.

**TIPO B (CG): Competencias Generales**

Competencias Generales del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

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

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.

**Tipo C (CE): Competencias Específicas**

Competencias Específicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

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

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.

**7. Metodologías**

Esta es una asignatura con **carácter más práctico y aplicado**, en la que se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en la de Álgebra lineal y geometría I del primer cuatrimestre y en la que se verán las aplicaciones a la diferentes ramas de la Física. Es por ello que el peso de la parte práctica y de las aplicaciones físicas debe ser superior al de las demostraciones teóricas puramente matemáticas.

La necesidad de realizar cálculos largos y muy precisos sugiere el **uso de apoyo informático**. Los alumnos podrán utilizar para comprobar sus cálculos programas de cálculo gráfico y simbólico, que han aprendido a manejar en la asignatura Técnicas Informáticas de primer cuatrimestre; así como será el momento de utilizar para los trabajos un editor de LaTeX cuyo estudio han iniciado también en dicha asignatura.

En cuanto a las ACTIVIDADES PRESENCIALES, esta asignatura dispondrá de tres sesiones semanales de **clases teóricas y prácticas** de 1 hora de duración con el grupo completo y cuatro sesiones de 1 hora, **Seminarios**, una con cada uno de los cuatro subgrupos en los que se dividirá el grupo. También se realizarán periódicamente **actividades tutoriales en grupos pequeños**, en el horario previsto para **Tutorías**.

**Clases teóricas.** El profesor explicará y detallará los contenidos teóricos de cada tema, pondrá de manifiesto su aplicación con algunos ejemplos y propondrá ejercicios para resolver en las clases prácticas. Aunque se hará un desarrollo muy práctico de la asignatura con una exposición operativa de los diferentes métodos matemáticos de carácter lineal, se fomentará también que el estudiante comprenda las razones y justificaciones matemáticas del uso de las mismas y, sobre todo, sus importantes aplicaciones a la Física.

**Clases prácticas.** Las clases prácticas consistirán en la resolución de los problemas propuestos al finalizar cada clase teórica. Hay que conseguir una estrecha relación entre los problemas y la teoría, pues es completamente utópico esperar que los alumnos aprendan matemáticas sin que resuelvan numerosos ejercicios, tanto en su sitio como en la pizarra. El desarrollo de ejercicios o de cuestiones teórico-prácticas en la pizarra, por parte del alumno, es fundamental no sólo para que el profesor constate su evolución sino para que éste aprenda a exponer con rigor sus conocimientos y a expresarse con corrección ante los demás.

Al finalizar cada tema el profesor colgará en Studium los archivos de teoría, problemas, cuestiones y ejercicios tipo test que el alumno deberá ir estudiando, resolviendo y completando.

**Seminarios.** El profesor propone una lista de ejercicios, en los que se desarrollarán los ejemplos y problemas de las clases prácticas. Los estudiantes realizarán estos ejercicios en clase, siempre bajo la supervisión del profesor, que resolverá las dudas que pudieran plantearse. Algunos Seminarios se impartirán en un aula de Informática, así los alumnos aplicarán lo aprendido de Mathematica y LaTeX en la asignatura Técnicas Informáticas del primer cuatrimestre.

**Actividades tutoriales:** además de las tutorías individuales se realizarán tutorías en grupos pequeños para que los alumnos planteen las dudas y dificultades que van apareciendo en el desarrollo de la asignatura.

Además de las actividades no presenciales correspondientes al trabajo autónomo que el alumno deberá desarrollar para conseguir los objetivos de la asignatura se realizarán:

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES del tipo: **Preparación de ejercicios**, pequeños documentos con **cuestiones teórico-prácticas**, **cuestionarios on-line** y **otros trabajos** que cada estudiante subirá como tarea a la plataforma Studium. Aquí será fundamental la ayuda del profesor por medio de la **tutoría on-line**.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		15		20	35
Prácticas	- En aula	20		30	50
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		10	22
Exposiciones y debates					
Tutorías		9			9
Actividades de seguimiento online			10	4	14
Preparación de trabajos			2	4	6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		10	14
TOTAL		60	12	78	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

M. Castellet, I. Llerena. Álgebra lineal y geometría. Ed. Reverté. Barcelona(1991)  
 E. Hernández. Álgebra y Geometría. Addison-Wesley. Madrid (1994)  
 D.C. Lay. Álgebra lineal y sus aplicaciones. Ed. Pearson (2007)  
 J. Burgos. Álgebra lineal y geometría. Alhambra Universidad (1990)  
 E. Espada Bros. Problemas resueltos de Álgebra (Tomo II). Ed. Eunibar (1983)  
 A. de la Villa. Problemas de Álgebra. Ed. Clagsa (1998)

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

Se evaluará la adquisición de las competencias previstas por medio de las actividades de evaluación continua y de la prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

Tanto en los trabajos como en las pruebas se valorará la correcta utilización de los conceptos y propiedades, las justificaciones teóricas necesarias para el desarrollo de las respuestas, así como la claridad y el rigor en la exposición y la precisión en los cálculos y notaciones.

Los pesos respectivos en la calificación serán:

**Trabajos:** Su valoración supondrá un **10%** de la nota total de la asignatura.

**Prueba escrita parcial:** Supondrán un **30%** de la nota total de la asignatura.

**Prueba escrita final:** Supondrá un **60%** de la nota total de la asignatura.

Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba sea al menos de **3/10**.

## Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los relativos a las actividades de:

**Evaluación continua**

- **Trabajos.** Entrega de ejercicios, pequeños documentos con cuestiones teórico-prácticas, cuestionarios on-line y otros trabajos que cada estudiante subirá como tarea a la plataforma Studium
- **Prueba escrita parcial.** Podrá constar de *cuestiones teórico-prácticas, ejercicios cortos y preguntas tipo test*. Su duración será de 1 hora.
- **Prueba escrita final.** Constará de dos partes:
  - La *primera parte* estará formada por *cuestiones teórico-prácticas* en las que el alumno tendrá que razonar y expresar correctamente sus respuestas utilizando los conceptos necesarios y desarrollando las demostraciones que se precisen.
  - En la *segunda parte* se resolverán *dos problemas*, explicando con claridad su planteamiento y desarrollo.

Tendrá una duración superior a la de la prueba escrita realizada durante el cuatrimestre.  
Si algún estudiante, por circunstancias debidamente justificadas, no pudiera seguir la evaluación continua podrá realizar una prueba escrita el mismo día de la Prueba escrita final que englobará todos los contenidos teóricos y prácticos incluidos los planteados para realizar los trabajos y cuya duración será de cuatro horas.

#### Recomendaciones para la evaluación

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

La realización de los ejercicios tipo test y de los cuestionarios on-line programados favorecerán la correcta aplicación de los conceptos teóricos y la precisión en los cálculos, servirán para relacionar las diferentes partes de la asignatura y su aplicación a otras disciplinas y fomentarán la autoevaluación.

#### Recomendaciones para la recuperación

Se realizará una Prueba escrita extraordinaria que constará de una parte de teoría y otra de problemas cuyos pesos respectivos serán del 40% y del 60% de la nota de la prueba. Englobará todos los contenidos teóricos y prácticos incluidos los planteados para realizar los trabajos propuestos durante el curso. Tendrá una duración de cuatro horas.

## ANÁLISIS MATEMÁTICO II

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100807	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	BÁSICO	Curso	1º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	ANÁLISIS MATEMÁTICO				
Departamento	MATEMÁTICAS				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

**Datos del profesorado**

Profesor Coordinador	Luis M. Navas Vicente	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M0105 Matemáticas		
Horario de tutorías	Lunes-jueves 14:00 - 14:30 h. Viernes de 10:00 a 14:00 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:navas@usal.es">navas@usal.es</a>	Teléfono	923294460

Profesor Coordinador	María Jesús Senosiain Aramendia	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M3305 Matemáticas		
Horario de tutorías	Lunes 17:00 a 20:00 h. Viernes de 11:00 a 13:00 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:ldiazabal@usal.es">ldiazabal@usal.es</a>	Teléfono	923294460

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Métodos Matemáticos de la Física que a su vez está compuesto por 6 asignaturas
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

**3. Recomendaciones previas****ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:**

- Ecuaciones Diferenciales
- Variable Compleja

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Álgebra Lineal II
- Física II

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE**

**4. Objetivos de la asignatura**

- Desarrollar una capacidad práctica para el uso del cálculo integral en Física.
- Comprender y manejar los conceptos, técnicas y herramientas de la integración en una variable.
- Saber determinar la convergencia y en su caso calcular integrales impropias .
- Entender y manejar correctamente los aspectos básicos del cálculo integral en varias variables.
- 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 interpretarlos en términos físicos
- Comprender los y saber.

TEMA	SUBTEMA
1. Integrales en una variable	Integral en una variable. Definición y propiedades. El Teorema del Valor Medio y el Teorema Fundamental del Cálculo. Técnicas y métodos básicos de integración en una variable.
2. Integrales impropias y paramétricas	Tipos de integrales impropias. Criterios de convergencia. Integrales paramétricas. Intercambio de operaciones con la integral
3. Integrales planas en varias Variables	Integral de Riemann en $\mathbb{R}^n$ . Definición y propiedades. Teorema de Fubini. Teorema de cambio de variable. Sistemas de coordenadas. Aplicaciones geométricas y físicas (sólidos de revolución, centros de gravedad, momentos de inercia)
4. Integrales curvilíneas	Curvas en $\mathbb{R}^n$ . Longitud. Integrales de longitud en curvas. Superficies en $\mathbb{R}^3$ . Área. Integrales de área en superficies. Aplicaciones geométricas y físicas.
5. Integrales vectoriales	Campos vectoriales en $\mathbb{R}^n$ . Integrales de línea sobre curvas. Trabajo y Circulación. Campos conservativos. Integrales de flujo sobre superficies. Flujo neto. Gradiente, rotacional y divergencia. Aplicaciones físicas.
6. Los Teoremas Fundamentales	Teorema Fundamental para integrales de línea sobre curvas. Teorema de Green en el plano. Teorema de Stokes para superficies en $\mathbb{R}^3$ . Teorema de Gauss (de la divergencia).

**TIPO A (CB): Competencias Básicas**

Competencias Básicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

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

**TIPO B (CG): Competencias Generales**

Competencias Generales del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

1. CG-2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
2. 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.
3. CG-5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

**TIPO B (CE): Competencias Específicas**

Competencias Específicas del módulo Métodos Matemáticos de la Física recogidas en la memoria del Grado en Física por la Universidad de Salamanca:

1. 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.
2. 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.
3. CE-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.
4. 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Metodología general como asignatura del módulo Métodos Matemáticos de la Física	<p>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.</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 programas y su actualización permanente.</p> <p>Existen diferentes mecanismos de coordinación docente entre todas las asignaturas del módulo Métodos Matemáticos de la Física como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Metodología general como asignatura del módulo Métodos Matemáticos de la Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Reuniones periódicas con el Coordinador de la titulación 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).</li> <li>• 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.</li> </ul>
Clases magistrales de teoría	En esta asignatura 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 la asignatura 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.
Clases prácticas	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 la asignatura. Para alcanzar tal fin, los estudiantes dispondrán previamente de aquel material docente que se estime oportuno y en particular de los correspondientes enunciados de problemas con objeto de poder trabajar en ellos con antelación 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.
Tutorías de teoría y problemas	A partir de las anteriores clases presenciales y con objeto de conseguir una mayor comprensión y destreza de los métodos matemáticos expuestos, se propondrán a los estudiantes diferentes ejercicios 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 de la asignatura.

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Trabajos	Periódicamente se propondrá al estudiante una serie de trabajos consistentes en la elaboración de ejercicios y ejemplos, preferentemente con motivación física, para elaborar individualmente y/o en pequeños grupos. Dichos trabajos serán tutelados por los profesores durante su desarrollo y serán expuestos en seminarios tutelados con el resto de de compañeros del curso para fomentar el debate científico.
Controles de seguimiento	A criterio del profesor, pueden establecerse suplementariamente una o varias pruebas de evaluación o controles de seguimiento con las que se valorará la adquisición de competencias alcanzadas por el estudiante.

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	22,5		30	52,5
Prácticas	- En aula	22,5	30	52,5
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	7,5		3	10,5
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	4,5		12	16,5
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		15	18
TOTAL	62		90	152

**9. Recursos**

Libros de consulta para el alumno					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Cálculo I Teoría y Problemas de Análisis Matemático en una variable	Alfonsa García et al.	Clagsa, D.L.		Libro de texto	AZ/PO/517CAL
Cálculo Vectorial	J.E. Marsden A.J. Tromba	Pearson Addison-Wesley		Libro de texto	AZ/PO/514.7 MARcal
Calculus I y II	Salas Hille	Reverté		Libro de texto	AZ/PO/517 SALcal
Cálculo I y II	Larson, Hostetter, Edwards	McGraw-Hill		Bibliografía complementaria	AZ/PO/517 LARcal
Análisis Matemático II: Problemas y Soluciones	L. M. Navas Vicente	Librería Cervantes		Bibliografía complementaria	
Curso de Análisis Matemático II	L. M. Navas Vicente	Librería Cervantes		Bibliografía complementaria	
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso					

**Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final. Es esencial entender que los conceptos matemáticos son incrementales, siempre construyendo sobre lo anterior y aumentando su abstracción y complejidad, por lo cual es imprescindible dedicarles un esfuerzo continuo para poder asimilarlos. Asimismo, es necesario razonar de manera lógica y consistente a partir de los conocimientos dados, para lo cual nunca bastará con un dominio puramente memorístico de los mismos.

**Criterios de evaluación**

La evaluación valorará la adquisición de la prueba escrita de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Para enfatizar la importancia del trabajo regular y continuado en el tiempo, las actividades de evaluación continua supondrán un 50% del total de la nota, distribuida entre pruebas presenciales, trabajos escritos y exposición oral de éstos. La prueba escrita final será un 50% de la nota total de la asignatura. Se evaluará la capacidad para aplicar los conceptos teóricos y de razonamiento original independiente

**Instrumentos de evaluación**

Se utilizarán los siguientes:

Evaluación continua, se valorará:

- Realización tutelada de trabajos tanto individuales como en equipo y defensa oral de los trabajos a criterio del profesor. Se evaluará la capacidad y agilidad para razonar interactivamente tanto a modo individual con el profesor como en grupo.
- Pruebas escritas presenciales donde se evaluará la asimilación de conocimientos adquiridos y la capacidad de razonar de forma individual en un espacio de tiempo limitado..

Examen final. Constará de una prueba escrita con problemas que requerirán conocimientos de cada tema.

Recomendaciones para la evaluación
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación.
Los trabajos y exposiciones de evaluación continua no serán recuperables al no tratarse de una evaluación puntual sino de realizar un esfuerzo continuado. La prueba escrita de evaluación continua se podrá recuperar en el examen final. El examen final se recuperará mediante otro examen escrito en la recuperación.

## FÍSICA III

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100805	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	BÁSICO	Curso	1º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Javier Mateos López	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2104 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes, Miércoles y Jueves de 16:30 a 18:00 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:javierm@usal.es">javierm@usal.es</a>	Teléfono	1304
Profesor	Tomás González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		

Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2103 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes, Miércoles y Jueves de 16:30 a 18:00 h		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/tomasg">http://web.usal.es/tomasg</a>		
E-mail	<a href="mailto:tomasg@usal.es">tomasg@usal.es</a>	Teléfono	1304

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

### Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia que forma parte del módulo Fundamentos de Física, que a su vez está compuesto por cinco asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física.

Perfil profesional.

Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

### ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Electromagnetismo I
- Electromagnetismo II
- Laboratorio de Electromagnetismo
- Electrodinámica clásica
- Ondas electromagnéticas guiadas
- Radiación y propagación electromagnética
- Instrumentación Electrónica

### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

- Todas las de Primero

### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

## 4. Objetivos de la asignatura

- Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales sobre los fenómenos electromagnéticos, así como sus aplicaciones prácticas.
- Adquirir los conceptos básicos de carga, campo e interacción electromagnética.
- Conocer y comprender las leyes experimentales básicas que rigen los fenómenos eléctricos y magnéticos: descripción matemática, interpretación de los fenómenos físicos en función de dichas leyes y conexión con aplicaciones prácticas.
- Adquirir la idea de cómo el concepto de campo permite representar todos los aspectos del problema: fuerza, energía, fuentes, etc.
- Aprender a resolver circuitos eléctricos de corriente continua y de corriente alterna.
- Desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos a la resolución de problemas.

## 5. Contenidos

TEMA	SUBTEMA
<b>TEÓRICOS</b>	
1. CARGAS ELÉCTRICAS EN REPOSO	Carga eléctrica Ley de Coulomb Campo y potencial eléctrico Líneas de fuerza y superficies equipotenciales El dipolo eléctrico Ley de Gauss
2. CONDUCTORES Y DIELECTRICOS	Introducción Conductores Condensadores Dielectricos
3. ENERGÍA ELECTROSTÁTICA	Energía de un sistema de cargas puntuales Energía de un condensador cargado Densidad de energía
4. CONDUCCIÓN ELÉCTRICA	Corriente eléctrica Ley de Ohm y ley de Joule Asociación de resistencias
5. CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA	Fuerza electromotriz Leyes de Kirchhoff Circuitos equivalentes Aparatos de medida
6. CAMPO MAGNÉTICO	Introducción Campo magnético: Ley de Biot y Savart. Dipolo magnético Magnetismo en la materia Ley de Ampère
7. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA	Ley de Faraday Autoinducción e inducción mutua Energía magnética Transformadores
8. CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA	Generación de una fuerza electromotriz sinusoidal Circuitos sencillos Resonancia
9. ECUACIONES DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO	Ecuaciones de Maxwell La ecuación de ondas: ondas planas Energía electromagnética

TEMA	SUBTEMA
PRÁCTICOS	1.- Resolución de problemas relativos a todos y cada unos de los temas precedentes 2.- Desarrollo personal y entrega individual de problemas propuestos por el profesor

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

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

### TIPO B (CG): Competencias Generales.

1. 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.
2. 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.
3. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

1. 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.
2. 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.
3. Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.

## 7. Metodologías

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría.	Los contenidos teóricos de los temas se desarrollarán en clases magistrales, que incluirán problemas prototipo para ilustrar los conceptos clave.
Clases de resolución de problemas	Se plantearán problemas que sirvan para asimilar mejor los contenidos y que serán resueltos en clases prácticas. Para ello se entregarán a los estudiantes colecciones de enunciados que deberán intentar resolver previamente a las clases prácticas.
Exposición de problemas	Los estudiantes participaran activamente en clase mediante la exposición de problemas en la pizarra o la discusión en grupo.
Entrega de tareas	A lo largo del curso cada estudiante resolverá y entregará al profesor ejercicios de forma individualizada para mejorar su formación.
Tutorías	Los profesores estarán disponibles en los horarios establecidos para atender las dudas de los estudiantes. Además éstos podrán utilizar la plataforma Studium para poner en común sus dudas, fomentándose así la discusión entre los estudiantes y con el profesor.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		42		42	84
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (vísu)				
Seminarios		12		24	36
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online				2	2
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		22	26
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

Libros de consulta para el alumno					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Tipler: Física para la ciencia y la tecnología	Tipler P A; Mosca G	Ed Reverte 5ª edición	Barcelona	Libro	AZ/PO/53 TIP fis.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso. El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, videos, etc.) en la plataforma Studium.					

**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
Dado que la adquisición de las competencias de la materia se basa principalmente en el trabajo continuado, su evaluación se realizará fundamentalmente mediante diferentes instrumentos de evaluación continua, conjuntamente con una prueba escrita final.



<b>Criterios de evaluación</b>
Las actividades de evaluación continua supondrán el 50% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final el restante 50%. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en la prueba escrita final supere el 30% de la nota máxima de la misma.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Evaluación continua (50%): <ul style="list-style-type: none"><li>· Pruebas presenciales escritas (30%): contendrán una parte teórica en la que mediante un conjunto de preguntas cortas se evaluarán los conceptos expuestos en las clases magistrales, y una parte de problemas en la que se plantearán ejercicios análogos a los resueltos en las clases de problemas.</li><li>· Resolución y exposición de ejercicios (20%): Un 10% corresponderá a ejercicios realizados individualmente y entregados al profesor, y un 10% a la realización y discusión en la pizarra de alguno de esos ejercicios.</li></ul> Prueba escrita final (50%): tendrá una parte teórica de preguntas y cuestiones cortas, y otra de problemas.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
Habrà una prueba escrita final de recuperación que supondrà el 80% de la nota. El restante 20% corresponderà a la nota de la evaluación continua obtenida en el apartado de resolución y exposición de ejercicios, que no será recuperable.

## FÍSICA IV

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100806	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Plaja Rustein	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2310		
Horario de tutorías	Jueves 9-10 h, Viernes 9-10h, 13-14h (concertar previamente)		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">optica.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:lplaja@usal.es">lplaja@usal.es</a>	Teléfono	923294678

Profesor	Javier Rodríguez Vázquez de Aldana	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2312		
Horario de tutorías	Martes 16-19h (concertar previamente)		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">optica.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jrval@usal.es">jrval@usal.es</a>	Teléfono	923294678

Profesor Coordinador	Enrique Conejero Jarque	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2312		
Horario de tutorías	(concertar previamente)		
URL Web	optica.usal.es		
E-mail	enrikecj@usal.es	Teléfono	923294678

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de Fundamentos de Física
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una asignatura fundamental para el futuro graduado.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental para cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

Asignaturas que continúan el temario: Óptica I y Laboratorio de Óptica, Física Cuántica I y II y Laboratorio de Física Cuántica, Física Nuclear y de Partículas.
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente: Todas las del segundo semestre del 1er curso
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente: Todas las del primer semestre del 1er curso

## 4. Objetivos de la asignatura

Asimilar conceptos fundamentales de la física de forma interrelacionada.
Aprender a expresarse en términos físicos.
Aprender estrategias de solución de los problemas físicos.
Desarrollar una visión panorámica de la física.

## 5. Contenidos

Tema 1. Movimiento oscilatorio.
- Movimiento armónico simple.
- Movimiento armónico amortiguado.
- Movimiento armónico forzado: resonancias.
- Movimiento anarmónico.

**Tema 2. Física de ondas**

- Tipos de ondas.
- Ondas armónicas y velocidad de fase.
- Reflexión y refracción.
- Efecto Doppler.
- Superposición de ondas I: Ondas Estacionarias, Interferencias y difracción.
- Superposición de ondas II: Paquetes de ondas, velocidad de grupo, dispersión.

**Tema 3. Luz**

- Espectro.
- La onda plana monocromática.
- Polarización.
- La naturaleza corpuscular de la luz: Efecto fotoeléctrico y Compton
- Rayos de luz y óptica geométrica.

**Tema 4. Introducción a la Física cuántica**

- Ondas de materia. Hipótesis de Louis de Broglie.
- Principio de indeterminación de Heisenberg.
- Ecuación de Schrödinger. Probabilidad y valores esperados.

**Tema 5. Estructura de la materia**

- Primeros modelos: Líneas espectrales, modelos de Bohr y Lorentz.
- El átomo de hidrógeno.
- Principio de exclusión de Pauli y tabla periódica.
- Núcleos y partículas.

**6. Competencias a adquirir****Tipo A (CB): Competencias básicas**

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

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas.**

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-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 órdenes 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-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.

## 7. Metodologías

### Clases magistrales

El profesor expondrá el contenido teórico de los temas. Se proporcionará al alumno apuntes o las presentaciones para facilitar el seguimiento de las mismas.

### Clases de problemas

En ellas se resolverán cuestiones prácticas relativas a la teoría de las clases magistrales. Ayudan a fijar conceptos y permiten aprender estrategias para la solución de problemas en física.

### Seminarios

Se hacen con menos alumnos y permiten resolver dudas y fomentar la discusión entre los alumnos.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		30		30	60
Prácticas	- En aula	15		15	30
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		12	24
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				4	4
Preparación de trabajos				12	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		17	20
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

P.A. Tipler, "Física para la ciencia y la tecnología", Ed. Reverté AZ/P0/53 TIP fis

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de esta materia se hará teniendo en cuenta el trabajo del alumno durante el curso y los resultados de una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán el 30% de la nota de la asignatura.

La prueba escrita final será el 70% de la nota. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

## Instrumentos de evaluación

Evaluación continua:

Resolución de problemas y desarrollos de algunas cuestiones, previamente planteadas por el profesor.

Prueba escrita:

Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará una prueba escrita que consistirá en la resolución de problemas y cuestiones.

## Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en clases y seminarios.

## Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita para recuperar la parte de nota correspondiente a la prueba escrita final.

## LABORATORIO DE FÍSICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100809	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	BÁSICO	Curso	1º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Electromagnetismo, Electrónica; Física Aplicada; Física Atómica, Molecular y Nuclear; Física de la Materia Condensada; Física Teórica; Óptica.				
Departamento	Física Aplicada, Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium.usal.es			
	URL de Acceso				

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José Miguel Mateos Roco				
Departamento	Física Aplicada				
Física Aplicada	Física Aplicada				
Centro	Facultad Ciencias				
Despacho	T3319 (Trilingüe)	Grupo / s	Todos		
Horario de tutorías	Miércoles y jueves de 18 a 19 h				
URL Web					
E-mail	roco@usal.es	Teléfono	1311		

Profesor	Pablo González Espeso	Grupo / s	Todos		
Departamento	Física Aplicada				
Área	Física de la Materia Condensada				
Centro	Facultad de Ciencias				
Despacho	T3305 Trilingüe				
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 12 a 14h				
URL Web					
E-mail	pgecp@usal.es	Teléfono	1331		

Profesor	Santiago Velasco Maillo		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3316 (Trilingüe)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Jueves de 16:30 a 18:30 h		
URL Web			
E-mail	santi@usal.es	Teléfono	1311

Profesor	María Jesús Santos Sánchez		
Departamento	Física Aplicada		
Física Aplicada	Física Aplicada		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T3317 (Trilingüe)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 16:00 a 19:00 h		
URL Web			
E-mail	smjesus@usal.es	Teléfono	1311

Profesor	Raúl Rengel Estevez		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T (Trilingüe)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Previa cita on-line.		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:raul@usal.es">raul@usal.es</a>	Teléfono	1304

Profesor	Javier Rodríguez Vazquez de Aldana		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T2312 (Trilingüe)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Martes y miércoles de 16:30 a 19:30 h.		
URL Web			
E-mail	jval@usal.es	Teléfono	1312

Profesor	Ana María García González		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T2309 (Trilingüe)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 17 a 18:30 h.		
URL Web			
E-mail	agg@usal.es	Teléfono	1312

Profesor	Begoña Quintana Arnés		
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	P1110 (Casas del Parque)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	Martes y jueves de 16 a 18 h.		
URL Web			
E-mail	quintana@usal.es	Teléfono	4434

Profesor	Kerstin Kunze		
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T3301 Trilingüe	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web			
E-mail	kkunze@usal.es	Teléfono	4437

Profesor	Alfredo Valcarce Mejía		
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, número 28	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	<a href="mailto:valcarce@usal.es">valcarce@usal.es</a>	Teléfono	923-294798

Profesor	Luis Torres Rincón		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T3309 (Trilingüe)	Grupo / s	Todos
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web			
E-mail	luis@usal.es	Teléfono	1301

Profesor	Máximo Gómez Flórez		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Planta principal . Despacho T1105	Grupo / s	
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web			
E-mail	maximo@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

Profesor	Ignacio Iniguez de la Torre Mulas		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Planta principal . Despacho T2101	Grupo / s	
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web			
E-mail	indy@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1304

Profesor	Marcelino Zazo Rodríguez		
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	T3307 (Trilingüe)	Grupo / s	
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:marce@usal.es">marce@usal.es</a>	Teléfono	+34 923 294400 1301



## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Fundamentos de Física que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura que pertenece al bloque de formación básica dentro del Grado en Física

Perfil profesional

Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

**ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:**

- Laboratorio de Mecánica y Ondas
- Laboratorio de Electromagnetismo
- Laboratorio de Termodinámica
- Laboratorio de Óptica
- Laboratorio de Física Cuántica

#### 4. Objetivos de la asignatura

- Familiarizarse con el trabajo en el laboratorio, la instrumentación y los métodos experimentales más usados
- Ser capaz de realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.
- Ser capaz de evaluar y discernir entre los órdenes de magnitud
- Desarrollar una clara percepción de situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías.
- Desarrollar la intuición física
- Aprender 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
- Comunicar en lenguaje científico un resultado, un proceso o una idea.
- Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo en sus distintas variantes: cooperativo, colaborativo, etc.
- Valorar el trabajo experimental como algo consustancial al método científico.
- Integrar el método científico como forma de trabajo.

#### 5. Contenidos

TEMA	SUBTEMA
Introducción a los procedimientos de medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Medidas e incertidumbres</li> <li>– Expresión de resultados. Redondeo</li> <li>– Regresión lineal</li> <li>– Representación gráfica</li> <li>– Elaboración de un informe</li> </ul>
Práctica 1: Medida de la constante de gravitación (G) y de la aceleración de la gravedad (g)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Medida de la aceleración de la gravedad (g) mediante sistemas periódicos.</li> <li>– Medida de la aceleración de la gravedad (g) mediante caída libre.</li> <li>– Medida de la constante de gravitación universal (G) mediante el experimento de Cavendish.</li> </ul>
Práctica 2: Cargas sometidas a campos eléctrico y magnético	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Relación carga masa del electrón</li> <li>– Efecto Hall</li> </ul>
Práctica 3: La imagen y fuentes de luz: Láser y espectroscopía	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Formación de imagen y sistemas ópticos</li> <li>– Registro y reconstrucción de hologramas</li> <li>– Análisis espectral de fuentes de iluminación. Difracción</li> </ul>
Práctica 4: Medida de la constante de desintegración de un radionucleido	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Puesta a punto de un detector Geiger: Determinación del <i>plateau</i></li> <li>– Estadística de contaje en detectores de partículas: test del correcto funcionamiento del detector</li> <li>– Medida de la semivida de un radionucleido</li> </ul>
Práctica 5: Ley de Stefan-Boltzmann	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Clase magistral: Conductividad de materiales PTC (metales) y NTC (semiconductores), Radiación-Temperatura, Ley de Stefan-Boltzmann, Instrumentación eléctrica a utilizar, Formación de la imagen mediante una lente</li> <li>– Práctica de laboratorio: Medida de conductividad de un elemento calefactor hasta 500-600 °C; medida de potencia, resistencia y temperatura de un filamento incandescente; determinación de la constante de Stefan-Boltzmann y emisividad del material.</li> <li>– Práctica de laboratorio: Visualización de la imagen del filamento incandescente -medidas de longitud y diámetro-; estudio de radiación-convección mediante técnicas de simulación</li> </ul>

Práctica 6: Introducción a las observaciones astronómicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clase magistral: localización de objetos en el cielo, coordenadas sobre la esfera, transformación de coordenadas, salida y puesta de un astro.</li> <li>- Práctica: manejo del telescopio. Localización de un diversos objetos a partir de sus coordenadas ecuatoriales. Observación de diversos objetos astronómicos. Toma de imágenes con una cámara CCD</li> </ul>
---	--

## 6. Competencias a adquirir

<b>TIPO A (CB): Competencias Básicas</b>
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-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.
<b>TIPO B (CG): Competencias Generales.</b>
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.
<b>TIPO C (CE): Competencias Específicas.</b>
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.
CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales	Las clases magistrales tienen como objetivo transmitir al estudiante los conocimientos previos necesarios para poder realizar las prácticas de laboratorio. Se pretende que a través de ellas aprenda los procedimientos de medida y los métodos experimentales habituales en Física, y se inicie en el análisis de los resultados experimentales
Prácticas de laboratorio	Mediante la realización de un conjunto de prácticas de laboratorio se pretende que el estudiante lleve a cabo un conjunto de experimentos que sirvan para determinar diferentes magnitudes físicas o confirmar leyes físicas. Las practicas se realizarán de forma cooperativa para ello se dividirá a los estudiantes en grupos cada uno de los cuales contará con un número reducido de estudiantes
Elaboración y exposición de trabajos	El estudiante deberá elaborar un informe escrito individual sobre el trabajo experimental realizado en cada práctica. Este informe será supervisado por el profesor

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		13		5	17
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	60		5	65
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates				50	50
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		15	18
TOTAL		75		75	150

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Análisis de errores	C. Sánchez del Río	Eudema	Madrid	Libro de texto	AZ/519.22 SAN Ana
Física para la ciencia y la tecnología	Paul A. Tipler, Gene Mosca	Reverté 2005	Barcelona	Libro de texto	AZ/P0/53 TIP fis
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso					

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación.

**Criterios de evaluación**

La evaluación valorará la adquisición de las competencias mediante actividades de evaluación continua que supondrán el 100% de la nota de la asignatura.

**Instrumentos de evaluación**

Se utilizarán los siguientes:

Evaluación continua:

- El seminario Introducción a los procedimientos de medida será evaluado mediante una prueba escrita, que supondrá un 10% de la nota total de la asignatura.
- Las Prácticas 1, 2, 3, 4 y 5 serán evaluadas a través de la elaboración y presentación del informe de correspondiente a cada una de ellas y la realización de alguna determinación experimental in situ. La nota de cada una de estas cinco prácticas contribuirá un 16% a la nota total de la asignatura.
- La Práctica 6 se evaluará mediante una prueba escrita que supondrá un 10% de la nota total de la asignatura.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa al seminario de introducción a los procedimientos de medida. Además es condición necesaria para superar la asignatura la realización de todas las prácticas de laboratorio programadas así como obtener una nota igual o superior a cinco sobre diez en al menos cuatro prácticas.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se establecerá un procedimiento para la recuperación de la parte de evaluación continua.

## SEGUNDO CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

## ECUACIONES DIFERENCIALES

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100813	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Pilar García Estévez	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3344		
Horario de tutorías	Martes y miércoles de 17 a 19 horas		
URL Web	<a href="http://www.usal.es/fnl">www.usal.es/fnl</a>		
E-mail	pilar@usal.es	Teléfono	4435

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Métodos Matemáticos de la Física que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física

**Perfil profesional**

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

**3. Recomendaciones previas****ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:**

- Variable Compleja
- Física Teórica
- Métodos numéricos

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Mecánica I
- Electromagnetismo I
- Termodinámica I

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Física I (rama Ciencias)
- Física II (rama Ciencias)
- Física III (rama Ciencias)
- Física IV (rama Ciencias)
- Análisis Matemático I (rama Ciencias)
- Análisis Matemático II (rama Ciencias)
- Álgebra Lineal y Geometría I (rama Ciencias)
- Álgebra Lineal y Geometría II (rama Ciencias)
- Técnicas Informáticas en Física (rama Ingeniería y Arquitectura)

**CONOCIMIENTOS PREVIOS**

Son imprescindibles los siguientes conocimientos previos contenidos en las asignatura Análisis Matemático I y II y Algebra Lineal y Geometría I y II del primer curso:

- Cálculo diferencial en una y varias variables
- Integración en una variable e integrales múltiples
- Sucesiones y series numéricas reales
- Series de potencias
- Sistemas lineales
- Espacios vectoriales
- Matrices y determinantes, operadores lineales, autovalores y autovectores

**4. Objetivos de la asignatura**

- 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.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Introducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noción de ecuación diferencial. Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Sistemas de ecuaciones diferenciales</li> <li>• Las ecuaciones diferenciales y las leyes de la Física</li> <li>• Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones de variables separables, homogéneas, lineales, Bernoulli, Clairaut.</li> <li>• Noción de funciones elementales. la ecuación de Ricatti</li> <li>• Teoría del factor integrante</li> </ul>
Cuestiones teóricas sobre las ecuaciones diferenciales de primer orden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones en forma normal. Problema de Cauchy de las condiciones iniciales. Teoremas de Picard de existencia y unicidad de las soluciones</li> <li>• Los iterantes de Picard. Soluciones aproximadas del Problema de Cauchy. Ejemplos</li> <li>• Diferenciabilidad respecto de las condiciones iniciales</li> <li>• Ecuaciones dependientes de un parámetro y diferenciabilidad respecto del parámetro. Ejemplos de la Física</li> </ul>
Ecuaciones diferenciales de orden superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales.</li> <li>• Las soluciones de la ecuación homogénea. La solución general de la completa como espacio afín</li> <li>• Método general de variación de las constantes para la obtención de soluciones particulares de la ecuación completa mediante cuadraturas.</li> <li>• Ecuaciones lineales con coeficientes constantes. El polinomio característico.</li> <li>• Obtención de soluciones particulares de la completa en casos simples. Ejemplos</li> </ul>

Sistemas de ecuaciones diferenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalización del teorema de Picard a un sistema diferencial. Ejemplos Integrales primeras. Obtención efectiva.</li> <li>• Ecuaciones de Pfaff. Condición de integrabilidad.</li> <li>• Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Noción de matriz fundamental y propiedades.</li> <li>• Expresión de la solución general del sistema homogéneo a partir de una matriz fundamental.</li> <li>• Expresión de la solución del sistema completo mediante cuadraturas. Caso de coeficientes constantes</li> </ul>
Soluciones de ecuaciones diferenciales en términos de series de potencias. Funciones especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noción de punto ordinario y punto singular. Definición de punto regular. Caso del infinito</li> <li>• Soluciones en forma de series de Taylor en un entorno de un punto ordinario. Caso de un punto singular regular.</li> <li>• Soluciones en forma de series de Frobenius. Ecuación indicial. Casos especiales.</li> <li>• Ecuaciones clásicas de la Física: Legendre, Hermite, Laguerre, Bessel, Chebyshev. La ecuación hipergeométrica.</li> </ul>
Transformada de Laplace	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición: Transformada de funciones sencillas</li> <li>Transformación de la derivada y la integral</li> <li>• Aplicación a la resolución de algunas ecuaciones diferenciales</li> <li>• Ejemplos de la teoría de circuitos</li> </ul>
Ecuaciones en derivadas parciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición y clasificación</li> <li>Condiciones iniciales y de contorno</li> <li>• Ecuación general de primer orden.</li> <li>Sistema característico y curvas características</li> <li>• Problema de Cauchy. Método de Darboux</li> <li>Integrales completas. Método de Lagrange Charpit</li> <li>• Ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden</li> <li>La ecuación clásica del calor</li> <li>• Las ecuaciones de Laplace y Poisson. Resolución mediante separación de variables</li> <li>La ecuación de ondas</li> </ul>

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

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

### TIPO B (CG): Competencias Generales.

1. CG-2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
2. 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.
3. CG-5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas.**

1. 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.
2. CE-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.
3. 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.

**7. Metodologías**

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas
Resolución de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas
Seminarios de teoría y problemas	Los seminarios tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones
Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas, los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. En estos seminarios los alumnos deberán exponer ante sus compañeros las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		63	105
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	12		18	30
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	6		9	15
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
<b>Ecuaciones diferenciales y cálculo variacional</b>	L. <u>Elsoltz</u>	4a. ed	Moscú: Mir; Madrid: Rubiños-1860, op. 1992	Libro de texto	<u><a href="#">AZ/P0/517.9 ELS ecu</a></u>
<b>Mathematical methods for physics and engineering</b>	K. F. Riley, M. P. Hobson and S. J. Bence	3rd ed.,	Cambridge University Press, 2006 (imp. 2008)	Libro de texto	<u><a href="#">AZ/P0/517 RIL mat</a></u>
<b><u>Ecuaciones diferenciales -- Problemas y ejercicios</u></b>	M. K. Krasnov, A. L. Kiselyov, G. I. Makarenko	9a. ed	Moscú: Mir; Madrid: Rubiños, 1992	Libro de problemas	<u><a href="#">AZ/P0/517.9 KIS pro</a></u>
<b>Ecuaciones diferenciales</b>	Frank Ayres		McGraw-Hill, D.L. 1991	Libro de problemas	<u><a href="#">CR/PB/517.9 AYR ecu</a></u>
<b>Teoría y problemas de ecuaciones diferenciales modernas con transformaciones de Laplace, métodos numéricos, ..</b>	Richard Bronson		México; Madrid: McGraw-Hill, imp. 1990	Libro de texto y problemas	<u><a href="#">CR/PB/517.9 BRO teo</a></u>

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

**Criterios de evaluación**

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba

**Instrumentos de evaluación**

Se utilizarán los siguientes:

Evaluación continua:

- SEMINARIOS TUTELADOS: Se valorará la asistencia a las tutorías y la participación activa en las mismas. Serán un 10% de de la nota total de la asignatura.
- ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE EJERCICIOS Y PROBLEMAS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 20% de la nota total de la asignatura.

Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se establecerá un procedimiento para la recuperación de la parte de evaluación continua correspondiente a la parte de ejercicios y problemas. Se realizará una prueba escrita de recuperación.

## ELECTROMAGNETISMO I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100811	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Electromagnetismo				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Eduardo Martínez Vecino	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3109		
Horario de tutorías	Lunes a miércoles de 11 a 13 h.		
URL Web			
E-mail	edumartinez@usal.es	Teléfono	1301

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Electromagnetismo, que a su vez está compuesto por 4 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

### 3. Recomendaciones previas

ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Electromagnetismo II
- Laboratorio de Electromagnetismo
- Electrodinámica clásica
- Ondas electromagnéticas guiadas
- Radiación y propagación electromagnética

ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

- Todas las del primer cuatrimestre del segundo curso

ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Todas las de primero.

El manejo con fluidez de las operaciones vectoriales básicas, derivación, integración y trigonometría es esencial para el seguimiento de la asignatura. También es necesario conocer los conceptos físicos presentados en el módulo de Fundamentos de Física, y en particular, los que se estudian en Física III.

### 4. Objetivos de la asignatura

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.
- Desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos a la resolución de problemas.
- Profundizar en la comprensión de las leyes del electromagnetismo mediante la realización de problemas.
- Adquirir los conocimientos fundamentales sobre los fenómenos electromagnéticos, así como sus aplicaciones prácticas.

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.

### 5. Contenidos

Tema 0. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS

0.1. Repaso de álgebra vectorial

0.2. Cálculo diferencial. Gradiente. Operador nabla. Divergencia. Rotacional. Reglas del producto.

0.3. Cálculo integral. Integrales de línea, de superficie y de volumen. Teoremas fundamentales del cálculo (para el gradiente, la divergencia y el rotacional).

- 0.4. Coordenadas curvilíneas: Esféricas y Cilíndricas.  
0.5. La delta de Dirac.  
0.6. Teorema de Helmholtz. Campos irrotacionales y campos solenoidales.
- BLOQUE I. CAMPO ELECTROSTATICO EN EL VACIO**  
**Tema 1. LEYES BÁSICAS**  
1.1. Introducción y contexto.  
1.2. Carga eléctrica. Variedades, cuantización y conservación.  
1.3. Ley de Coulomb y principio de superposición.  
1.4. Campo eléctrico. Distribuciones discretas y distribuciones continuas. Ejemplos. Líneas de campo.  
1.5. Potencial electrostático. Superficies equipotenciales.  
1.6. Flujo eléctrico. Ley de Gauss. Ejemplos de distribuciones con simetría.  
1.7. Divergencia y rotacional del campo eléctrico. Ecuaciones de Poisson y Laplace. Resumen de ecuaciones del campo y del potencial, y su relación con la carga.  
1.8. Condiciones de frontera/contorno.
- Tema 2. DESARROLLO MULTIPOLAR**  
2.1. Dipolo eléctrico. Momento dipolar.  
2.2. Potencial y campo del dipolo.  
2.3. Desarrollo multipolar. Contribuciones monopolar, dipolar y cuadrupolar.
- BLOQUE II. CAMPO ELECTROSTATICO EN MEDIOS MATERIALES** **Tema 3. CONDUCTORES EN EQUILIBRIO ELECTROSTATICO**  
3.1. Conductor perfecto en equilibrio electrostático.  
3.2. Sistemas de conductores. Coeficientes de potencial, y coeficientes de capacidad e influencia. Condensadores.
- Tema 4. DIELECTRICOS**  
4.1. Tratamiento dipolar. Polarización. Densidades de carga ligada.  
4.2. Vector desplazamiento eléctrico. Ley de Gauss en presencia de dieléctricos. Rotacional del vector desplazamiento.  
4.3. Condiciones de frontera.  
4.4. Campo en el interior de un dieléctrico.  
4.5. Dieléctricos lineales. Susceptibilidad, permitividad y constante dieléctrica.  
4.6. Teoría microscópica.
- BLOQUE III. ENERGÍA Y FUERZAS EN ELECTROSTATICA**  
**Tema 5. ENERGÍA Y FUERZAS**  
5.1. Distribución de cargas puntuales en el vacío.  
5.2. Distribuciones continuas. Caso particular: sistema de conductores.  
5.3. Energía en función del campo eléctrico (distribuciones en el vacío).  
5.4. Fuerzas y torques en sistemas (aislados y no-aislados) de conductores.  
5.5. Energía, fuerza y par de fuerza en presencia de dieléctricos.
- BLOQUE IV. TEORÍA DEL POTENCIAL. MÉTODOS ESPECIALES.** **Tema 6. TEORÍA DEL POTENCIAL**  
6.1. Ecuación de Poisson. Ecuación de Laplace en 1D, 2D, y en 3D.  
6.2. Teoremas de Green. Unicidad de la solución. Condiciones de Dirichlet y de Neumann.  
6.3. Método de las imágenes. Ejemplos.  
6.4. Separación de variables. Cartesianas y esféricas. Ejemplos.

**PRÁCTICOS.**

Resolución de problemas relativos a todos y cada uno de los temas.

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

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.

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas.**

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.

## 7. Metodologías

- Clases magistrales: Se dedicarán a la exposición de los contenidos teóricos de la materia. Al principio del curso, se pondrá a disposición de los alumnos una relación bibliográfica de los contenidos tratados en estas sesiones con el objetivo de que los alumnos puedan leerlos con antelación a la celebración de la clase. Se resolverán algunos problemas a modo de ejemplo para ilustrar los conceptos teóricos tratados (prácticas en el aula).
- Seminarios: Se dedicarán a la resolución de problemas relacionados con los contenidos teóricos expuestos en las sesiones de grupo grande. Al principio del curso, se pondrá a disposición de los alumnos una colección de enunciados. Los problemas serán resueltos por el profesor en las sesiones de seminario. Sin embargo, para un correcto aprovechamiento de los seminarios, los alumnos deberán intentar resolver los problemas propuestos con antelación al seminario.
- Tutorías: Al principio de curso se establecerá un horario para que el alumno pueda consultar sus dudas de forma personal con el profesor.
- Recursos Materiales: Se utilizará la pizarra, y en determinados casos, el cañón de proyección. Todo el material proyectado será accesible a través de la plataforma virtual.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		30	60
Prácticas	– En aula	10		10	20
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	12		25	37
Exposiciones y debates				
Tutorías	2		1	3
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	6		24	30
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- D.J. Griffiths: Introduction to Electrodynamics. Ed. Prentice Hall.
- Wangsness, R. K.: Campos Electromagnéticos.- Limusa.
- Reitz, J. R., Milford, F. J. y Christy, R. W.: Fundamentos de la Teoría Electromagnética.- Addison-Wesley Iberoamericana.
- Victoriano López Rodríguez: Electromagnetismo.- UNED.
- Jackson, J. D.: Classical Electrodynamics.- John Wiley & Sons.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

#### Enlaces a recursos en la web:

1. Plataforma virtual de la Universidad de Salamanca:  
<https://moodle.usal.es/>
2. Física con Ordenador. Ángel Franco.  
Apartado de Electromagnetismo. Contiene varios Applets de visualización de algunos fenómenos de interés que se tratan en la asignatura:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/electromagnet.htm>
3. MIT OpenCourseWare. 8.02 Electricity and Magnetism  
Contiene videos de clases magistrales con demostraciones de los fenómenos electromagnéticos tratados en la asignatura:  
[http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/Apartado 8.02 Electricity and Magnetism](http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/Apartado%208.02%20Electricity%20and%20Magnetism)

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación el grado de adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico. Se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, además de una prueba escrita final.

<b>Criterios de evaluación</b>
Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Se utilizarán los siguientes: <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación continua: A lo largo del curso, se realizarán dos pruebas escritas en el horario de las clases de grupo grande. Las fechas serán especificadas al comienzo del curso. En las pruebas se plantearán varias cuestiones teóricas y uno o dos problemas. Su porcentaje de la nota final será 30%.</li><li>• Prueba escrita final: Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará un examen escrito de que consistirá en varias cuestiones teóricas y problemas. Su porcentaje de la nota final será 70%.</li></ul> Para superar la materia será necesario alcanzar el 40% de la nota máxima de la prueba escrita final.
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Se recomienda la asistencia a todas las sesiones presenciales (grupo grande y seminarios) y la participación activa en todas las actividades programadas: <ul style="list-style-type: none"><li>• La participación activa en las sesiones de grupo grande requiere un trabajo de lectura previo de los capítulos de la bibliografía recomendada.</li><li>• La participación activa en los seminarios implica que el alumno intente hacer los problemas de la colección a nivel personal y con antelación a su resolución por parte del docente.</li><li>• También se recomienda el estudio y seguimiento de la materia desde el primer día de actividad docente.</li></ul>
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final. En la fecha establecida, se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota final correspondiente a la prueba escrita final.

## INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100815	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Jesús Enrique Velázquez Pérez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2106		
Horario de tutorías	Martes y miércoles de 16:00 a 19:00 h		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/js">http://web.usal.es/js</a>		
E-mail	js@usal.es	Teléfono	923 29 44 36 Ext. 1304

Profesor Coordinador	María Susana Pérez Santos	Grupo / s	
Departamento	Física aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	E.P.S. Zamora		
Despacho	T2106 (edif. Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 16:00 a 18:00 h.		
URL Web			
E-mail	susana@usal.es	Teléfono	923294436. Ext. 1304

Profesor Coordinador	Yahia Moubarak Meziani	Grupo / s	
Departamento	Física aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	E.P.S. Zamora		
Despacho	T1322 (edif. Trilingüe)		
Horario de tutorías	A contretar		
URL Web			
E-mail	meziani@usal.es	Teléfono	

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

### Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia que forma parte del módulo Electrónica Física, que a su vez está compuesto por 3 asignaturas ("Instrumentación Electrónica", "Electrónica Física" y "Laboratorio de Electrónica").

### Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física. Complementa a la asignatura "Laboratorio de Física" de 1er curso en la adquisición de competencias de laboratorio de carácter general.

### Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

Se recomienda haber cursado y superado con anterioridad las asignaturas "Laboratorio de Física" y "Física III" de primer curso.

## 4. Objetivos de la asignatura

- Ser capaz de diseñar e implementar un sistema de medida de las principales magnitudes eléctricas de un circuito identificando los principales parámetros de cada instrumento de medida
- Ser capaz de implementar un sistema automatizado de adquisición de datos
- 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 circuitos electrónicos analógicos y digitales básicos y medir su respuesta.

## 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 1. Introducción.	Diagrama de bloques de un instrumento electrónico genérico Tipos de instrumentos Parámetros de los sistemas de medida Ruido e interferencias en un circuito electrónico: propiedades y características
Tema 2: Instrumentos de medida.	Multímetros, osciloscopios, fuentes de alimentación, generadores de señales
Tema 3: Sensores	Medida de temperatura Medida de variables mecánicas Medida de magnitudes eléctricas Medida de magnitudes ópticas
Tema 4: Componentes y circuitos analógicos básicos	Conceptos básicos de Electrónica Amplificadores Filtros Osciladores Acondicionadores de señal
Tema 5: Introducción a la transmisión de señales	Medios de transmisión Telemedida
Tema 6: Puertas analógicas	Moduladores/demoduladores Multiplexores/demultiplexores
Tema 7: Funciones de conversión Analógico/Digital y Digital/Analógico.	Muestreo de señales Características de la conversión Tipos de conversores
Tema 8: Instrumentación virtual	Adquisición de datos por ordenador Procesado digital de señales LabView

## 6. Competencias a adquirir

**TIPO A (CB): Competencias Básicas**

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

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

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.

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

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

**TIPO C (CE): Competencias Específicas**

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-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.

4. 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

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Actividades introductorias	Antes de cada práctica se presentarán a los estudiantes, de manera colectiva, los
Prácticas en laboratorio	El estudiante realizará las prácticas en el laboratorio hasta conseguir los objetivos técnicos prefijados. Tomará los datos necesarios para la elaboración de los informes correspondientes. En alguna de las sesiones de prácticas se
Prácticas con TIC	Algunas de las prácticas exigirán su confirmación o diseño por
Elaboración de informes	Los estudiantes presentarán los informes de cada práctica realizada por escrito (descripción de las medidas, análisis de resultados obtenidos, ...). También se entregará a los alumnos material adicional para realizar trabajos de manera

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		3,75		2	5,75
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	29,75		12	41,75
	- En aula de				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2			2
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					

Preparación de trabajos			20	20
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2		3,5	5,5
TOTAL	39,5		37,5	77

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Instrumentación Electrónica, M.A: Pérez y otros, Thomson, 2004. Microelectronic Circuits, A.S. Sedra y K.C. Smith, Oxford University Press, 2010

LABVIEW. Entorno gráfico de programación. J.R. Lajara y J. Pelegrí, Marcombo, 2011.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Hojas técnicas de componentes y manuales de software. Website de National Instruments.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes

### Criterios de evaluación

La adquisición de las competencias se valorará mediante actividades de evaluación continua (como asistencia y entrega de informes), exposición de trabajos y pruebas prácticas.

### Instrumentos de evaluación

Evaluación continua (100% de la nota total de la asignatura):

- Asistencia a prácticas en laboratorio y actividades introductorias: 5 % de la nota total de la asignatura.
- Cuestiones planteadas durante las sesiones de prácticas: 15% de la nota total de la asignatura
- Informes de las prácticas: 15% de la nota total de la asignatura.
- Exposiciones de trabajos: 15% de la nota total de la asignatura.
- Pruebas prácticas en el laboratorio: 50% de la nota total de la asignatura.

### Recomendaciones para la evaluación

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación

No será posible la recuperación de la parte de evaluación continua, cuya nota se mantendrá. Se realizará una prueba práctica de recuperación.



## LABORATORIO DE MECÁNICA Y ONDAS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100814	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Fernando Atrio Barandela	Grupo / s	A y B
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3341 segunda planta		
Horario de tutorías	A acordar		
URL Web	www.usal.es/ atrio		
E-mail	atrio@usal.es	Teléfono	923294437

Profesores	Enrique Díez Fernández, Kerstin Kunze, Eduardo Serna Campillo, Alberto Soria Marina y Marina de la torre Mayado	Grupo / s	A y B
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias (Trilingüe)		
Despacho	Diversos en la 2ª planta		
Horario de tutorías	A acordar		
URL Web			
E-mail	enrisa@usal.es, <a href="mailto:kkunze@usal.es">kkunze@usal.es</a> , <a href="mailto:eduardo.serna@usal.es">eduardo.serna@usal.es</a> , asoriam@usal.es, marina@usal.es	Teléfono	923294437 , 923 294435 923 294436- ext. 1543

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Mecánica que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

### 3. Recomendaciones previas

#### ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Mecánica II

#### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

- Mecánica I

#### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Física I
- Física II
- Física III
- Física IV

### 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer y ser capaz de aplicar el manejo de instrumentos y las técnicas de medida en el campo de la Mecánica y Ondas.
- Aprender a interpretar, analizar y aplicar el análisis dimensional y de unidades en experimentos de Mecánica y Ondas.
- Saber expresar e interpretar adecuadamente los resultados de los experimentos, analizando la calidad de las medidas y los errores a los que están sujetas.
- Comprender la importancia de los sistemas de referencia en Física y su manifestación concreta en el experimento del péndulo de Foucault
- Entender las características de diversos experimentos con ondas, adquiriendo habilidad en el manejo de los mismos y comprendiendo los conceptos físicos en ellos involucrados.
- Ser capaz de analizar los resultados de varios experimentos relativos al movimiento armónico, comprendiendo su significado y aplicaciones.
- Observar y analizar las consecuencias observables de las leyes de conservación en Mecánica por medio de la realización de varios experimentos relacionados.
- Aprender a trabajar en equipo y realizar tareas de coordinación, análisis, síntesis y discusión conjunta de resultados.
- Ser capaz de realizar un trabajo de laboratorio con rigor científico y responsabilidad.

### 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 1: Análisis dimensional y de errores.	Introducción. Análisis dimensional. Incertidumbres. Errores aleatorios. Ajustes.

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 2: Sistemas de referencia.	Introducción. Sistemas de referencia no inerciales. Aceleración de Coriolis. Péndulo de Foucault. Práctica asociada con este tema: • Péndulo de Foucault
Tema 3: Introducción a la Mecánica Ondulatoria.	Introducción. Ecuación de Ondas. Tipos de Ondas. Ondas transversales en una cuerda. Ondas sonoras: Tubo de Quincke. Ondas planas superficiales en líquidos. Prácticas asociadas con este tema: • Ondas estacionarias en una cuerda • Tubo de Quincke • Ondas superficiales en líquidos
Tema 4: Movimiento armónico	Introducción. Ley de Hooke. Péndulo de torsión. Péndulos acoplados. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Prácticas asociadas con este tema: • Oscilaciones. Ley de Hooke y Teorema de Steiner • Péndulos acoplados • Péndulo de torsión
Tema 5: Leyes de conservación	Introducción. Conservación del momento lineal. Conservación del momento angular. Prácticas asociadas con este tema: • Conservación del momento lineal en un choque elástico. • Movimiento de precesión del giróscopo

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

1. B-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.

2. 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.
3. CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.

#### TIPO B (CG): Competencias Generales.

1. 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.
2. CG-2: Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
3. 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.
4. 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.

#### TIPO C (CE): Competencias Específicas

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

## 7. Metodologías

### DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Seminarios	Se expondrá el contenido teórico relacionado con las prácticas, que realizarán los alumnos en el Laboratorio, en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Prácticas en el Laboratorio	En el Laboratorio tendrá lugar la realización de los experimentos relacionados con los sistemas físicos en estudio. Se desarrollarán las técnicas de medida y los procedimientos necesarios de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas. Los estudiantes se dividirán en dos grupos A y B con el objetivo de que puedan realizar las prácticas en equipos de un máximo de tres personas y de manera que tengan una atención individualizada en el Laboratorio.
Trabajos	A partir de los seminarios y de la experiencia adquirida en el Laboratorio los alumnos realizarán trabajos en equipo supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en el desarrollo completo de una práctica: medidas, tratamiento de datos experimentales y obtención de resultados. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes. La realización de los trabajos será supervisada por el profesor, con objeto de dirigir y aconsejar al estudiante. Alguno de estos trabajos se expondrá de forma pública al resto de los estudiantes.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	3		3	6
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	27		27
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	6		3	9
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			30	30
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	1,5		1,5	3
TOTAL	37,5		37,5	75

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Dinámica Clásica de las Partículas y sistemas	Jerry B. Marion	Editorial Reverté, 1986	Barcelona	Libro de texto	AZ/PO/531.9 MAR
Física para la ciencia y la tecnología. Volumen 1	P. A. Tipler, G. Mosca	Reverté, 2005	Barcelona	Libro de Texto	AZ/PO/53 TIP fis
Classical mechanics	T.W.B. Kibble	Longman, 1996	Edinburgo	Libro de texto	AZ/PO/531 KIB vla
Física para ciencias e ingeniería, Volumen I y II	W. E. Gettys, F. J. Keller, M. J. Skove,	Mc Graw-Hill, 2005	Madrid	Libro de Texto complementario	AZ/PO/53 GET fis AZ/PO/53 GET fis
Física	M. Alonso, E. J. Finn	Addison-Wesley, 1995	Buenos Aires	Libro de Texto complementario	AZ/PO/530 ALO fis

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Mecánica Clásica.	T. W. B. Kibble	URMO S. A. 1972	Bilbao	Libro de Texto complementario	AZ/P0/531 KIB mec
Análisis de Errores	Carlos Sánchez del Río	EUDEMA Universidad, 1989	Madrid	Libro de Texto complementario	AZ/519.22 SAN ana
Unidades físicas	Carlos Sánchez del Río	EUDEMA Universidad, 1987	Madrid	Libro de Texto complementario	S/531.7 SAN uni
Física. Vol. I, Mecánica, radiación y calor	R. P. Feynman y R. B. Leighton y M. Sands	Prentice-Hall, 1971	Mexico	Libro de Texto complementario	AZ/P0/53 FEY fis
<b>OTROS COMENTARIOS:</b>					
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso					

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará mediante actividades de evaluación continua que supondrán el 100% de la nota total de la asignatura. No obstante se programará dos exámenes orales finales que permitirán tanto mejorar la nota como recuperar alguno de los aspectos que no haya sido superado. Para poder participar habrá que haber realizado la mayoría de las prácticas en el laboratorio.
Instrumentos de evaluación
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas práctica de laboratorio: Al finalizar cada práctica se evaluará la destreza adquirida en el manejo de los instrumentos de medida, así como en el tratamiento de datos y la obtención de resultados y conclusiones a partir de dichas medidas experimentales. La suma de las evaluaciones realizadas a lo largo del curso representará el 60% de la nota total de la asignatura.</li> <li>• Elaboración y exposición de trabajos: Los equipos elaborarán un trabajo al final de cada práctica que será evaluado. Uno de estos trabajos a elección del profesor será presentado al resto de los estudiantes. La suma de las notas de cada trabajo junto con la exposición representará el 40% de la nota total de la asignatura.</li> </ul> Prueba oral final: Será una prueba optativa que podrá servir tanto para mejorar nota como para recuperar algún aspecto que no haya sido superado.

Recomendaciones para la evaluación
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación
Siempre y cuando se hayan realizado la mayoría de las prácticas se dispondrá de una segunda prueba oral para recuperar algún aspecto que no haya sido superado.

## MECÁNICA I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100810	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	MOODLE			
	URL de Acceso:				

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	María Angeles Perez Garcia	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias-Trilingüe		
Despacho	T3300		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles 13:00 a 14:00 h		
URL Web			
E-mail	mperezga@usal.es	Teléfono	923 29 4500 4437

Profesor Coordinador	Fernando Atrio Barandela	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias-Trilingüe		
Despacho	T3341, segunda planta		
Horario de tutorías	A concretar		
URL Web	www.usal.es/atRIO		
E-mail	<a href="mailto:atrio@usal.es">atrio@usal.es</a>	Teléfono	923 29 4500 4437

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Módulo de Mecánica

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Esta es una asignatura obligatoria del primer semestre del segundo curso del grado de Física en la que el estudiante desarrollará los conocimientos básicos de mecánica que ha obtenido en la asignatura Física I, de primer curso. Esta asignatura, junto con las de "Mecánica II" y el "Laboratorio de Mecánica y Ondas" también obligatorias de segundo curso, permitirán al estudiante dotarse de una formación firme en los aspectos fundamentales de Mecánica.

Perfil profesional

- Docencia Universitaria o Investigación
- Docencia no universitaria
- Administración pública
- Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- Consultorías
- Empresas de Informática y telecomunicaciones
- Industria

**3. Recomendaciones previas**

- Física I;
- Álgebra Lineal y Geometría I y II;
- Análisis Matemático I y II

**4. Objetivos de la asignatura**

- 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 tanto la cinemática como la dinámica del movimiento de un sólido rígido
- Conocer los principios variacionales de la mecánica y entender los formalismos lagrangianos, así como saber plantear y resolver problemas dinámicos con este método.
- Conocer el formalismo Hamiltoniano de la dinámica y saber resolver problemas dinámicos con este método.
- 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.

Generales
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Comprender los principales conceptos de la Física y su articulación en leyes, teoría y modelos, valorando el papel que desempeñan en el desarrollo de la sociedad.</li> <li>•Ser capaz de resolver problemas físicos obteniendo una descripción no solo cualitativa sino cuantitativa y con el grado de precisión que sea requerido d fenómeno físico en cuestión.</li> <li>•Desarrollar en los alumnos las habilidades de pensamiento prácticas y manipulativas propias de método científico de modo que les capaciten para llevar a cabo un trabajo investigador.</li> <li>•Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.</li> <li>•Valorar las aportaciones de la Física a la tecnología y la sociedad.</li> </ul>
Específicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aplicación de los conocimientos a la práctica</li> <li>•Visualización e interpretación de soluciones</li> <li>•Expresión rigurosa y clara</li> <li>•Razonamiento lógico e identificación de errores en los procedimientos</li> </ul>
Instrumentales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razonamiento crítico</li> <li>• Capacidad de aplicar conocimientos a la práctica</li> <li>• Habilidad para trabajar autónomamente</li> <li>• Destreza para usar las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) para encontrar información</li> </ul>

## 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 1: Cinemática de una partícula en el espacio: triedro intrínseco	La partícula en el espacio. Trayectoria y órbita. Sistemas de coordenadas curvilíneos. Derivada de un vector. Vector tangente a una curva, velocidad, aceleración. Curvas en el espacio; triedro intrínseco Vectores tangentes a las curvas coordenadas. Coordenadas cilíndricas. Coordenadas esféricas. Operadores vectoriales en diferentes sistemas de coordenadas

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 2: Sistemas de Partículas.	Dinámica de una partícula. Sistemas de partículas discretos y continuos Magnitudes dinámicas de un sistema de partículas. Teorema de conservación del momento lineal, centro de masas. Sistemas de masa variable. Conservación de la energía mecánica. Conservación del momento angular. Teorema del Virial
Tema 3: El problema de dos cuerpos: colisiones.	Sistemas de dos partículas: momento lineal, angular y energía. Movimiento relativo, masa reducida. Ejemplo: el sistema Tierra-Luna. Sistema de referencia del laboratorio y del CM. Colisiones elásticas e inelásticas. Diagramas de Landau
Tema 4: Movimiento en un campo de fuerzas centrales.	Fuerzas centrales. Conservación del momento angular, segunda ley de Kepler. Ecuaciones de movimiento de una partícula en un potencial central. Descripción cualitativa del movimiento: puntos de retroceso, órbitas. Oscilador armónico tridimensional. Potencial de Coulomb. Tercera ley de Kepler para órbitas elípticas. Sección eficaz. Dispersión de Rutherford
Tema 5: Principios Variacionales y Mecánica de Lagrange	Fuerzas y Ligaduras Coordenadas generalizadas. Grados de libertad. Principio de trabajos virtuales Ecuaciones de Lagrange Fuerzas generalizadas, momentos conjugados. Coordenadas cíclicas y simetrías: Teorema de Noether. Multiplicadores de Lagrange. Principio de Hamilton Cálculo de variaciones y problemas isoperimétricos
Tema 6: Mecánica de Hamilton	Transformaciones de Legendre El Hamiltoniano y su significado físico Ecuaciones de Hamilton Corchetes de Poisson

**6. Competencias a adquirir****Básicas**

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

**Generales**

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.

**Específicas**

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.

CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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-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.

## 7. Metodologías

La metodología a seguir consistirá en una parte de clases magistrales expositivas donde se explicarán los conceptos básicos necesarios para conseguir los objetivos, de acuerdo al programa adjunto, junto con una serie de clases prácticas de resolución de problemas de modo presencial.

Además en la parte no presencial de la asignatura se podrán proponer al alumno la resolución de problemas supervisados por el profesor periódicamente que permitirán al alumno reforzar contenidos y orientarle en la consecución de las competencias previstas.

En lo que se refiere a los medios formativos se llevarán a cabo por medio de clases de pizarra tradicionales con apoyo de bibliografía especializada de consulta que se propondrá al alumno junto con las plataformas Moodle para acceso a material docente digital y recursos on line que el profesor estime en cada tema

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	30		30	60
Clases prácticas	13		15	28
Seminarios	12		15	27
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		10	13
TOTAL	60		85	146

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

J. B. Marion, *Dinámica Clásica de Partículas y Sistemas*, Reverté, 1986. (signatura biblioteca ciencias AZ/PO/531.9 MAR)

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

Libro de problemas resueltos: M. R. Spiegel, *Teoría y problemas de Mecánica Teórica*, Serie Schaum, McGraw Hill 1976 (signatura biblioteca ciencias AZ/PO/531 SPI teo)

S. T. Thornton, J. B. Marion, *Classical Dynamics of Particles and Systems*, Fifth Edition, Brooks/Cole, 2004.

Herbert Goldstein, Charles P. Poole, John L. Safko - *Classical Mechanics*, Addison Wesley (2002)

A. Rañada, *Dinámica Clásica*, Alianza, 1990.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

De modo general para la evaluación del grado de consecución de los objetivos propuestos en la asignatura y grado de desarrollo de capacidades se considerarán las pruebas escritas presenciales y los problemas propuestos para ser entregados a calificar. Asimismo se tendrán en cuenta la participación activa en las clases presenciales y en el entorno on-line de la plataforma Moodle.

## Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final. Los criterios serán:

- Examen final presencial (70 %). Se requerirá una calificación mínima en este apartado para superar la asignatura de un 40% de la nota máxima de la prueba.
- Evaluación continua (30%)

## Instrumentos de evaluación

La evaluación se llevará a cabo por medio de los siguientes instrumentos, donde se explicita el porcentaje de peso de cada uno sobre la calificación final:

- Examen final presencial (70 %). Se requerirá una calificación mínima en este apartado para superar la asignatura de un 40% de la nota máxima de la prueba.
- Evaluación continua (30%) por medio de:
  - prácticas presenciales y/o
  - entrega de ejercicios

(Sólo en caso de falta debidamente justificada en las prácticas presenciales el profesor determinará un día y hora para recuperarlas de manera global antes de la primera convocatoria).

**Recomendaciones para la evaluación**

Durante el curso se recomienda a los alumnos asistir a las clases presenciales de teoría y prácticas, así como la entrega para su calificación de los ejercicios propuestos (presencial u on-line) en las fechas previstas. Además las tutorías y seminarios colectivos serán de gran utilidad para resolver aquellas cuestiones o aclarar conceptos.

**Recomendaciones para la recuperación**

Para la recuperación se recomienda contactar con el profesor para que éste le oriente en vista a reforzar o desarrollar aquellas capacidades que no hayan sido logradas.

Para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura sólo podrán recuperar la parte del examen final presencial. El resto de las notas de evaluación continua no serán recuperables.

No obstante, si el profesor lo estima conveniente, se podrá requerir la entrega de ejercicios o trabajos propuestos para ayudar al alumno a conseguir aquellos objetivos que no hayan sido alcanzados durante el curso de la asignatura.



## TERMODINÁMICA I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100812	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Santiago Velasco Maillo	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3316		
Horario de tutorías	Martes de 17 a 19 h		
URL Web			
E-mail	santi@usal.es	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Termodinámica y Física Estadística que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física.
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

<b>ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termodinámica II</li> <li>• Física Estadística</li> </ul>

- Física Estadística Avanzada
- Física de convertidores energéticos

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Laboratorio de Termodinámica

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Física II
- Análisis I y II, Álgebra Lineal y Geometría I y II

**4. Objetivos de la asignatura**

- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados de equilibrio de los sistemas termodinámicos.
- Conocer los Principios de la Termodinámica y aplicar sus consecuencias.
- Conocer los potenciales termodinámicos y aplicarlos para obtener la 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.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
1. Conceptos básicos.	Sistemas termodinámicos. Estados de equilibrio. Procesos. Principio Cero. Temperatura empírica. Ecuación empírica de estado. Coeficientes termomecánicos.
2. Primer Principio.	Trabajo. Trabajo adiabático. Formulación de Born del Primer Principio. Energía interna. Ecuación energética de estado. Calor. Coeficientes calorimétricos.
3. Segundo Principio.	Postulado de Carathéodory. Construcción de superficies adiabáticas. Temperatura termodinámica. Entropía. Principio de aumento de entropía. Trabajo máximo. Energía utilizable. Ecuación fundamental de la Termodinámica para sistemas cerrados. Principio de equilibrio de Gibbs.

4. Formalismo termodinámico para los sistemas cerrados.	Representaciones entrópica y energética. Principios de extremo. Procesos virtuales. Condiciones de equilibrio y estabilidad de Gibbs. Condiciones locales de equilibrio mutuo en un sistema hidrostático compuesto cerrado. Condiciones locales de equilibrio y estabilidad de un sistema hidrostático homogéneo cerrado.
5. Potenciales termodinámicos para sistema hidrostático cerrados.	Transformadas de Legendre. Transformadas de la representación energética de un sistema hidrostático cerrado. Relaciones de Maxwell. Condiciones de extremo en las representaciones transformadas de la energética de un sistema hidrostático cerrado. Condiciones locales de equilibrio y estabilidad en las representaciones transformadas de la energética para un sistema hidrostático cerrado. Ecuaciones prácticas de la Termodinámica para sistema hidrostático.
6. Sistemas hidrostáticos de masa o composición variable (I).	Sistemas abiertos. Interacción material. Postulados. Potencial químico. Relaciones de Euler y de Gibbs-Duhem. Ecuación fundamental y potencial químico de un gas ideal. Potenciales termodinámicos de un sistema hidrostático homogéneo abierto. Magnitudes molares parciales y funciones de mezcla. Mezcla de gases ideales inertes. Equilibrio respecto al intercambio de materia: significado físico del potencial químico. Estabilidad de difusión. Formulación MTE.
7. Sistemas hidrostáticos de masa o composición variable (II)	Sistemas reaccionantes. Sistemas hidrostáticos heterogéneos multicomponentes. Condiciones de equilibrio. Regla de las fases de Gibbs. Teorema de Duhem.

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

1. CB2. Saber aplicar los conocimientos termodinámicos 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 de la Termodinámica.
2. CB3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro de la Termodinámica, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
3. CB5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Termodinámica con un alto grado de autonomía.

### TIPO B (CG): Competencias Generales.

1. CG1. 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.

2. CG2. Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
3. CG3. 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.
4. CG4. 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.

#### TIPO C (CE): Competencias Específicas

1. CE1. Tener una buena comprensión de la Termodinámica, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y los fenómenos físicos que pueden ser descrito a través de ella.
2. CE2. Haberse familiarizado con los aspectos más importantes de la Termodinámica, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por su relevancia dentro de la Física y sus aplicaciones.
3. CE3. Saber formular las relaciones funcionales y cuantitativas de la Termodinámica en lenguaje matemático y aplicar dichos conocimientos a la resolución explícita de problemas.
4. CE4. Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.
5. CE7. 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.

### 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Clase magistrales de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas
Seminarios	Como complemento a las clases de teoría y problemas os estudiantes podrán exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. En los seminarios se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones
Realización y exposición de Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. Estos trabajos se expondrán ante sus compañeros y el profesor.

### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	30		22,5	52,5

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Prácticas	- En aula	15		37,5	52,5
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12			12
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		15	18
TOTAL		62		90	152

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Termodinámica	C. Fernández S.Velasco	Ramón Areces 2009	Madrid	Libro de texto básico	
Termodinámica	H. B. Callen	AC, 1981	Madrid	Libro de texto básico	
Calor y Termodinámica	M.W.Zemansky R.H.Dittman	McGraw-Hill, 1984	Madrid	Libro de texto básico	
Problemas de Termodinámica	S. Velasco C. Fernández	Ramón Areces, 2010	Madrid	Libro de problemas resueltos	
100 Problemas de Termodinámica	J. Pellicer J.A.Manzanares	Alianza, 1996	Madrid	Libro de problemas resueltos	
Termodinámica	J. Biel Gayé	Reverté, 1998	Barcelona	Texto complementario	
OTROS COMENTARIOS:					
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso					

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

**Criterios de evaluación**

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

**Instrumentos de evaluación**

Se utilizarán los siguientes:

Evaluación continua:

- SEMINARIOS TUTELADOS: Se valorará la asistencia a las tutorías y la participación activa en las mismas. Serán un 5% de de la nota total de la asignatura.
- ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS, EJERCICIOS Y PROBLEMAS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 25% de la nota total de la asignatura.

Prueba escrita final: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## SEGUNDO CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## ELECTROMAGNETISMO II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100817	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Electromagnetismo				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis López Díaz	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3308		
Horario de tutorías	Se especificará al inicio del curso		
URL Web			
E-mail	lld@usal.es	Teléfono	1301

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Electromagnetismo, que está compuesto por 4 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

### 3. Recomendaciones previas

ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Electromagnetismo
- Laboratorio de Electromagnetismo
- Electrodinámica clásica
- Ondas electromagnéticas guiadas
- Radiación y propagación electromagnética

ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTÁNEAMENTE:

- Laboratorio de Electromagnetismo

ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Física I, II, III y IV, Laboratorio de Física y Electromagnetismo I.

### 4. Objetivos de la asignatura

- 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 distintas magnitudes relacionadas con el 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.
- Desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos a la resolución de problemas.
- Profundizar en la comprensión de las leyes del electromagnetismo mediante la realización de problemas.
- Adquirir los conocimientos fundamentales sobre los fenómenos electromagnéticos, así como sus aplicaciones prácticas.
- 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.

### 5. Contenidos

TEÓRICOS.

#### 1. CORRIENTE ELÉCTRICA

Densidad de corriente y ecuación de continuidad.

Ley de Ohm y ley de Joule.

Teoría microscópica de la conducción eléctrica.

Fuerza electromotriz.

Solución de problemas de corrientes estacionarias.

**2.. MAGNETOSTÁTICA: LEYES BÁSICAS**

Corrientes estacionarias.

Ley de acciones electrodinámicas de Ampère.

Campo magnético. Fuerza de Lorentz.

Potencial vector.

Teorema de Ampère.

Condiciones en la frontera.

**3. MULTIPOLOS MAGNÉTICOS**

Dipolo magnético.

Distribuciones de dipolos magnéticos.

Desarrollo multipolar del potencial vector.

**4. MATERIALES MAGNÉTICOS**

Visión microscópica cualitativa.

Tratamiento dipolar. Magnetización.

El campo H. Condiciones en la frontera.

Susceptibilidad y permeabilidad magnéticas.

Materiales magnéticos lineales.

Materiales magnéticos no lineales. Histéresis.

**5. LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.**

Fuerza electromotriz de movimiento.

Ley de inducción de Faraday.

Corrientes de inducción.

Sistemas de corrientes: coeficientes de inducción.

**6. ENERGÍA Y FUERZAS MAGNÉTICAS**

Energía magnética.

Fuerzas sobre circuitos rígidos.

Energía y fuerzas en presencia de materiales magnéticos.

**7. CORRIENTES LENTAMENTE VARIABLES**

Corrientes lentamente variables.

Comportamiento transitorio.

Régimen permanente en alimentación armónica.

**8. ECUACIONES DE MAXWELL**

Corriente de desplazamiento.

Ecuaciones de Maxwell en el vacío.

Ecuaciones de Maxwell en medios materiales.

Condiciones en frontera entre dos medios.

**9. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

Propagación ondulatoria en el vacío.

Ondas planas monocromáticas.

Propagación ondulatoria en medios materiales.

**10. ENERGÍA Y RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

Ecuaciones para los potenciales.

Energía electromagnética. Teorema de Poynting.  
Radiación del dipolo oscilante.  
PRÁCTICOS.  
Resolución de problemas relativos a todos y cada uno de los temas precedentes.

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

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.

### TIPO B (CG): Competencias Generales.

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.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas.

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 órdenes 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.

## 7. Metodologías

- Clases magistrales: Se dedicarán a la exposición de los contenidos teóricos de la materia. Al principio del curso, se pondrá a disposición de los alumnos una relación bibliográfica de los contenidos tratados en estas sesiones con el objetivo de que los alumnos puedan leerlos con antelación a la celebración de la clase. Se resolverán algunos problemas a modo de ejemplo para ilustrar los conceptos teóricos tratados (prácticas en el aula).
- Seminarios: Se dedicarán a la resolución de problemas relacionados con los contenidos teóricos expuestos en las sesiones de grupo grande. Al principio del curso, se pondrá a disposición de los alumnos una colección de enunciados. Los problemas serán resueltos por el profesor en las sesiones de seminario. Sin embargo, para un correcto aprovechamiento de los seminarios, los alumnos deberán intentar resolver los problemas propuestos con antelación.
- Tutorías: Al principio de curso se establecerá un horario para que el alumno pueda consultar sus dudas de forma personal con el profesor.
- Recursos materiales: Se utilizará la pizarra, y en determinados casos, el cañón de proyección. Todo el material proyectado será accesible a través de la plataforma virtual.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	30		30	60
Prácticas	- En aula	10	10	20
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	12		24	36
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	6		26	32
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- D.J. Griffiths: Introduction to Electrodynamics. Ed. Prentice Hall.
- Wangsness, R. K.: Campos Electromagnéticos.- Limusa.
- Reitz, J. R., Milford, F. J. y Christy, R. W.: Fundamentos de la Teoría Electromagnética.- Addison-Wesley Iberoamericana.
- Victoriano López Rodríguez: Electromagnetismo.- UNED.
- Jackson, J. D.: Classical Electrodynamics.- John Wiley & Sons.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

Enlaces a recursos en la web:

1. Plataforma virtual de la Universidad de Salamanca:  
<https://moodle.usal.es/>
2. Física con Ordenador. Ángel Franco.  
Apartado de Electromagnetismo. Contiene varios Applets de visualización de algunos fenómenos de interés que se tratan en la asignatura:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecsmagnet/elecsmagnet.htm>
3. MIT OpenCourseWare. 8.02 Electricity and Magnetism  
Contiene videos de clases magistrales con demostraciones de los fenómenos electromagnéticos tratados en la asignatura:  
[http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/Apartado\\_8.02\\_Electricity\\_and\\_Magnetism](http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/Apartado_8.02_Electricity_and_Magnetism)

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación el grado de adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico. Se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, además de una prueba final.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

### Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes:

- Evaluación continua: A lo largo del curso, se realizarán dos pruebas escritas en el horario de las clases de grupo grande. Las fechas serán especificadas al comienzo del curso. En las pruebas se plantearán varias cuestiones teóricas y uno o dos problemas. Estas pruebas tendrán un peso del 30% en la calificación final.
- Prueba escrita final: Al finalizar el curso y en el período previsto en el calendario académico se realizará un examen escrito de que consistirá en varias cuestiones teóricas y problemas. Esta prueba tendrá un peso del 70% en la calificación final. Para superar la materia será necesario alcanzar el 40% de la nota máxima de la prueba escrita final.

### Recomendaciones para la evaluación

Se recomienda la asistencia a todas las sesiones presenciales (grupo grande y seminarios) y la participación activa en todas las actividades programadas:

- La participación activa en las sesiones de grupo grande requiere un trabajo de lectura previo de los capítulos de la bibliografía recomendada.
- La participación activa en los seminarios implica que el alumno intente hacer los problemas de la colección a nivel personal y con antelación a su resolución por parte del docente.
- También se recomienda el estudio y seguimiento de la materia desde el primer día de actividad docente.

### Recomendaciones para la recuperación

En la fecha establecida, se realizará una prueba escrita que servirá para recuperar la parte de la calificación final correspondiente a la prueba escrita final (70%). La parte correspondiente a la evaluación continua no es recuperable.

## LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO

## I. Datos de la Asignatura

Código	100820	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Electromagnetismo				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plata	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a> "Laboratorio de Electromagnetismo"			
	URL	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ana García Flores	Grupo / s	1º, 2 y 3
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T3303		
Horario de tutorías	12h a 14h (L,M,X)		
URL Web			
E-mail	anagf@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext 1301

Profesor	Victor Javier Raposo Funcia	Grupo / s	1, 2 y 3
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T3310		
Horario de tutorías	12h a 14h (L,M,X)		
URL Web			
E-mail	victor@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext 1301

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Electromagnetismo que a su vez está compuesto por 4 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física

Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

**3. Recomendaciones previas****ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:**

- Electrodinámica clásica
- Ondas electromagnéticas guiadas
- Radiación y propagación electromagnética

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Todas las de segundo

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Todas las de primero

**4. Objetivos de la asignatura**

- Proporcionar al alumno los conocimientos fundamentales sobre los fenómenos electromagnéticos básicos desde un punto de vista experimental, complementando las explicaciones de las asignaturas de "Electromagnetismo I y II".
- Manejar con destreza una instrumentación básica de laboratorio de electromagnetismo.
- Discutir las distintas alternativas en el proyecto de una experiencia de laboratorio optimizando la forma de operar de acuerdo con la instrumentación disponible.
- Adquirir destreza en el diseño de experiencias de electromagnetismo y en la toma de medidas y evaluación de resultados
- 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.
- Desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos a la resolución de situaciones prácticas.
- Aprender a evaluar las fuentes de error, depurar errores experimentales y plantear mejoras a la realización del experimento.
- 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.

**5. Contenidos****Contenidos Teóricos**

Los alumnos recibirán una extensa documentación sobre el trabajo experimental a desarrollar. Esas explicaciones se complementarán con una serie de instrucciones concretas al inicio de cada trabajo práctico. Este se realizará fundamentalmente en el laboratorio aunque también se utilizará el Aula de Informática. Los alumnos realizarán las 11 prácticas siguientes.

**Contenidos Prácticos**

Práctica 1: Electroestática. Conceptos básicos  
 Práctica 2: Simulación analógica de campos  
 Práctica 3: Técnicas numéricas de resolución de problemas de campos  
 Práctica 4: Instrumentos de medida en DC y AC  
 Práctica 5: Transitorios en circuitos  
 Práctica 6: Medida de permitividades  
 Práctica 7: Manejo del osciloscopio  
 Práctica 8: Circuitos resonantes  
 Práctica 9: Balanza de Ampère  
 Práctica 10: Ley de inducción y permeabilidad magnética  
 Práctica 11: Fuerza magnética, motores, generadores y ley de inducción de Faraday

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

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.

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

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.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

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-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.

### Transversales

#### - Instrumentales

Capacidad de análisis y síntesis

Capacidad de organizar y planificar

Comunicación oral y escrita

Resolución de problemas.

Uso de Internet como medio de comunicación y como fuente de información

#### - Personales/Interpersonales

Trabajo en equipo

Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia

Elaboración y defensa de argumentos

Razonamiento crítico

#### - Sistémicas

Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica

Aprendizaje autónomo

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de introductorias	Se llevarán a cabo 13 sesiones de tres horas en el laboratorio y Aula de Informática. En cada una de ellas, el profesor podrá exponer brevemente el funcionamiento y manejo básico de los aparatos que se utilizarán para llevarla a cabo. – Tutorías: Además de las tutorías presenciales en los horarios establecidos, los profesores estarán disponibles a través de e-mail para atender las dudas que se puedan resolver mediante este medio o concertar tutorías personalizadas. – Recursos Materiales: Se utilizará el material de laboratorio y el cañón de proyección. El material utilizado (los guiones de prácticas y documentación complementaria) serán accesibles a través de la plataforma virtual de la asignatura. Corresponde a
Prácticas	A continuación, los alumnos realizarán las experiencias y medidas indicadas (120-140 minutos) cumplimentando los diferentes apartados del trabajo experimental propuesto. Se efectuarán en grupos muy reducidos y por parejas con el fin de fomentar la discusión entre los alumnos de todos aquellos aspectos de interés.
Entrega de trabajos	Finalmente expondrán sus resultados y conclusiones de forma oral y mediante la elaboración de un informe (20-30 minutos). Cada estudiante resolverá y entregará al profesor un resumen con el trabajo desarrollado de acuerdo con las explicaciones teóricas y la propia realización práctica que será verificado y evaluado por el Profesor

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes (asignatura laboratorio 3 créditos)

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		3			3
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio	33			33
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				24	24
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1,5		13,5	15
TOTAL		37,5		37,5	75

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Campos Electromagnéticos	R K Wangness	Ed. Limusa 1994		Libro	
Fundamentos de la teoría electromagnética	Reitz, Milford y Christy	Ed. Addison-Wesley Iberoamericana 1996		Libro	
Cuaderno de laboratorio (documentación que se entrega al alumno)					
<b>OTROS COMENTARIOS:</b>					
El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, vídeos, etc.) en la plataforma "studium".					
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso					
1. Plataforma virtual de la Universidad de Salamanca: <a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a> "Laboratorio de Electromagnetismo" 2. Física con Ordenador. Ángel Franco. Apartado de Electromagnetismo. Contiene varios Applets de visualización de algunos fenómenos de interés que se tratan en la asignatura: <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electmagnet/electmagnet.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electmagnet/electmagnet.htm</a> 3. MIT OpenCourseWare. 8.02 Electricity and Magnetism Contiene videos de clases magistrales con demostraciones de los fenómenos electromagnéticos tratados en la asignatura: <a href="http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/">http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/</a> Apartado 8.02 Electricity and Magnetism					

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará la adquisición de las competencias mediante actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final. A la evaluación continua le corresponderá un 60% de la nota. La prueba escrita final será un 40% de la nota.
Instrumentos de evaluación
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: <ul style="list-style-type: none"> <li>Informe-resumen entregado. Los alumnos entregarán el informe-resumen del trabajo realizado. Se evaluará el conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos y la propia presentación de resultados. Ello corresponderá al 30% de la calificación.</li> </ul>

- Prueba práctica. Consistirá en una breve prueba de un apartado de la práctica en la que se demostrara la destreza adquirida en el manejo de la instrumentación y la comprensión de su fundamento. Ello corresponderá al 30% de la calificación.
- Prueba escrita final: Se trata de un examen escrito de todo lo visto en la asignatura en el que se plantearán preguntas y cuestiones teóricas y prácticas referentes a las distintas experiencias realizadas. Ello corresponderá al 40% de la calificación.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## LABORATORIO DE TERMODINÁMICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100821	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Francisco Javier Iglesias Pérez	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3315		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 17:00 a 18:00 h.		
URL Web			
E-mail	javigles@usal.es	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311

Profesor	Alejandro Medina Domínguez	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3319		
Horario de tutorías	Martes 9 a 11 h		
URL Web			
E-mail	amd385@usal.es	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311

Profesor Coordinador	Antonio Calvo Hernández	Gru	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3313		
Horario de tutorías	Martes de 17:00 a 19:00 h.		
URL Web			
E-mail	anca@usal.es	Tel	923 294436 Ext.: 1311

Profesora Coordinadora	Mª Jesús Santos Sánchez	Gru	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed Trilingüe T3317		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 16 a 17		
URL Web			
E-mail	smjesus@usal.es	Tel	923 294436 ext 1311

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Termodinámica y Física Estadística que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física.
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

**3. Recomendaciones previas****ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:****ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Termodinámica I
- Termodinámica II

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Laboratorio de Física
- Física II

**4. Objetivos de la asignatura**

- Familiarizarse con el trabajo en el laboratorio, la instrumentación y los métodos experimentales más usados en Termodinámica
- Ser capaz de realizar experimentos de Termodinámica de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos
- Ser capaz de evaluar y discernir entre los órdenes de magnitud de magnitudes físicas propias de la Termodinámica.
- Comprender la relación directa entre el formalismo termodinámico y los experimentos.
- Apreciar que el modo de trabajo en Termodinámica e identificar la esencia de los fenómenos termodinámicos.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
1. Presión atmosférica.	1.1. Medida de la presión atmosférica.
2. Termometría.	2.1. Calibrado de una resistencia metálica.
	2.2. Calibrado de un termistor NTC.
	2.3. Calibrado de un termopar.
	2.4. Termómetro de gas a volumen constante.
	2.5. Estimación del cero absoluto en la escala Celsius.

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
3. Coeficientes termomecánicos.	3.1. Coeficiente de dilatación cúbica de líquidos. 3.2. Coeficiente de dilatación lineal de sólidos. 3.3. Compresibilidades isotérmica y adiabática del aire.
4. Coeficientes calorimétricos.	4.1. Calor específico del aire. Método de flujo estacionario. 4.2. Calor específico de líquidos. 4.3. Calor específico de sólidos. 4.4. Coeficiente adiabático del aire. Métodos de Rüchardt-Flammersfeld y de Rinkel. 4.5. Coeficiente adiabático del aire. Método acústico. 4.6. Dependencia con la temperatura de la velocidad del sonido en el aire.
5. Ecuaciones empíricas de estado.	5.1. Ecuación empírica de estado de los gases ideales. 5.2. Ecuación empírica de estado de un hilo de caucho.
6. Transiciones de fase.	6.1. Transición de fase líquido-vapor. Punto crítico. 6.2. Curva de presión de vapor y entalpía de vaporización del agua. 6.3. Presión de vapor de un líquido por debajo de la presión atmosférica. 6.4. Curva de presión de vapor del agua por debajo de su temperatura de ebullición normal.

## 6. Competencias a adquirir

<b>TIPO A (CB): Competencias Básicas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CB2. Saber aplicar los conocimientos termodinámicos 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 de la Termodinámica.</li> <li>2. CB3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro de la Termodinámica, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.</li> <li>3. CB5. Haber desarrollado aquellas habilidades de laboratorio necesarias para emprender estudios posteriores en Termodinámica con un alto grado de autonomía.</li> </ol>
<b>TIPO B (CG): Competencias Generales.</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CG1. 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.</li> <li>2. CG2. Incrementar la <i>capacidad de organización y planificación</i> con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.</li> <li>3. CG3. 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.</li> <li>4. CG4. 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.</li> </ol>
<b>TIPO C (CE): Competencias Específicas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CE1. Tener una buena comprensión de la Termodinámica, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y los fenómenos físicos que pueden ser descrito a través de ella.</li> </ol>

2. CE2. Haberse familiarizado con los aspectos más importantes de la Termodinámica, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por su relevancia dentro de la Física y sus aplicaciones.
3. CE3. Saber formular las relaciones funcionales y cuantitativas de la Termodinámica en lenguaje matemático y aplicar dichos conocimientos a la resolución explícita de problemas.
4. CE4. Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.
5. CE7. 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.

### 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Prácticas en laboratorio	Se realizarán los experimentos en clases presenciales de laboratorio para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas. Se realizarán 7 prácticas de las reseñadas en los contenidos de la asignatura.
Trabajos	A partir de los experimentos los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor, dando lugar a la confección de un cuaderno de laboratorio. Los trabajos consistirán en la elaboración de un trabajo sobre el experimento realizado y su posterior presentación. La realización de los trabajos serán supervisados de forma individual por el profesor, con objeto de dirigir y aconsejar al estudiante.

### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	2,5			2,5
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	33		33
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			24	24
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2		13,5	15,5
TOTAL	39,5		37,5	77

**9. Recursos**

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Manual de Técnicas Experimentales en Termodinámica	S. Velasco y col.	Universidad de Salamanca, 2005	Salamanca	Libro de texto básico	
<b>OTROS COMENTARIOS:</b>					
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.					

**10. Evaluación**

<b>Consideraciones Generales</b>
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
<b>Criterios de evaluación</b>
La evaluación valorará la adquisición de las competencias mediante actividades de evaluación continua así como por una prueba escrita final. A la evaluación continua le corresponderá un 65% de la nota final. Es imprescindible la realización de todas las prácticas de laboratorio programadas para obtener esta contribución a la nota final. A la prueba escrita final se le adjudicará un 35% de la nota final. Para poder aprobar la asignatura será necesario conseguir una calificación de 3 puntos sobre 10 en esta prueba escrita.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajos: Se valorará tanto la elaboración de los trabajos (cuaderno de laboratorio) como la presentación de los mismos. Serán un 65% de la nota final de la asignatura.</li> </ul> Prueba escrita final: Al finalizar el curso se realizará una prueba escrita que contendrá tanto preguntas cortas como supuesto práctico mediante los cuales se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 35% de la nota final de la asignatura.
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final que fue evaluada negativamente.

## MECÁNICA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100816	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	MARC MARS LLORET	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3340 (2ª planta, edificio Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes y jueves de 13 a 14 h.		
URL Web			
E-mail	marc@usal.es	Teléfono	923 294500 Ext. 1389

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Mecánica que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Mecánica Teórica

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Mecánica I
- Laboratorio de Mecánica y Ondas

**4. Objetivos de la asignatura**

- Conocer los principios variacionales de la mecánica y entender los formalismos lagrangianos, así como saber plantear y resolver problemas dinámicos con este método.
- Conocer el formalismo Hamiltoniano de la dinámica y saber resolver problemas dinámicos con este método.
- 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.
- Saber aplicar el método lagrangiano para estudiar oscilaciones pequeñas cerca de un punto de equilibrio. Conocer el concepto de modo normal y frecuencia normal de vibración.
- Conocer y entender las leyes de Newton en sistemas de referencia no inerciales. Saber aplicarlas para determinar el movimiento en el sistema de referencia del laboratorio.
- Conocer los postulados de la relatividad especial y sus consecuencias físicas más destacadas. Conocer las transformaciones de Lorentz, así como los fundamentos del espacio-tiempo de Minkowski y del formalismo cuadrivectorial
- Conocer el concepto de energía y momento relativistas y saberlo aplicar para resolver problemas de colisiones relativistas. Conocer las leyes de Newton relativistas.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 1: Pequeñas oscilaciones armónicas	Lagrangiano cerca de un punto de equilibrio. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Modos y frecuencias normales de vibración. Péndulos acoplados
Tema 2: Mecánica de Hamilton.	Definición de sólido rígido Rotaciones en tres dimensiones y grados de libertad de un sólido rígido Existencia de un eje de rotación Velocidad angular de rotación Energía cinética de un sólido rígido Tensor de inercia. Momento angular de un sólido rígido Teorema de Steiner Transformación del tensor de inercia bajo cambios de base Direcciones principales y momentos principales de inercia Ángulos de Euler

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 3: Dinámica del sólido rígido	Ecuaciones fundamentales de la dinámica del sólido rígido Ecuaciones de Euler en una base de ejes principales. Movimiento de un sólido rígido libre simétrico. Estabilidad e la rotación de un sólido libre arbitrario. El péndulo físico: frecuencia de oscilación y longitud equivalente. El trompo de Lagrange: movimientos de rotación, precesión y nutación.
Tema 4: Sistemas de referencia no inerciales	Cinemática en dos sistemas de referencia cartesianos en movimiento relativo arbitrario. Transformación de la velocidad. Transformación de la aceleración. Fuerzas de inercia y teorema de Coriolis. Precesión de Larmor. Puntos de Lagrange. Sistema de referencia en un laboratorio terrestre: Gravedad efectiva. Efectos derivados de la fuerza de Coriolis: ciclones y anticiclones Péndulo de Foucault.
Tema 5: Relatividad especial	La mecánica clásica y la electrodinámica a finales del siglo XIX Experimento de Michelson-Morley. Postulados de Einstein de la relatividad especial Transformaciones de Lorentz Ley de adición de velocidades. Dilatación del tiempo. Contracción de longitudes. Simultaneidad relativa. El intervalo espacio-temporal y tiempo propio. Espacio-tiempo de Minkowski. Causalidad y cono de luz. Diagramas espacio-temporales Ondas armónicas y cuadrivector de ondas Efecto Doppler relativista
Tema 6: Mecánica Relativista	Momento lineal relativista Energía relativista: masa en reposo y energía cinética. Vector de cuádrimomento lineal. Colisiones relativistas: Choques elásticos e inelásticos. Efecto Compton Leyes de Newton en relatividad especial. Movimiento uniformemente acelerado. Formalismo lagrangiano y hamiltoniano de una partícula libre.

## 6. Competencias a adquirir

## TIPO A (CB): Competencias Básicas

1. 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.
2. 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.
3. CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía

## TIPO B (CG): Competencias Generales.

1. 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.
2. CG-2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
3. 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.
4. 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.

## TIPO C (CE): Competencias Específicas

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.
5. 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.

## 7. Metodologías

## DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales, para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
<b>Resolución de problemas</b>	Los conocimientos teóricos se fijaran por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas.
<b>Seminarios de teoría y problemas</b>	Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones.
<b>Trabajos</b>	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. En estos seminarios, los alumnos deberán exponer ante sus compañeros las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		30,5	72,5
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		12		18	30
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				25,5	25,5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		16	20
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Dinámica Clásica de las Partículas y sistemas	Jerry B. Marion	Editorial Reverté, 1986	Barcelona	Libro de texto	AZ/PO/531.9 MAR
Classical mechanics	T.W.B. Kibble	Longman, 1996	Edinburgo	Libro de texto	AZ/PO/531 KIB vla
Teoría y problemas de Mecánica Teórica	M.R. Spiegel	Serie Schaum. McGraw Hill 1976	México	Libro de Problemas resueltos	AZ/PO/531 SPI teo
The theory of relativity	R. K. Pathria	Pergamon Press, 1974.	Oxford	Libro de texto complementario	AZ/531.9 PAT the
Special relativity for beginners: a textbook for undergraduates	J. Freund	World Scientific, 2008	New Jersey	Libro de texto complementario	AZ/PO/531.9 FRE spe
Mecánica Newtoniana	A.P.French	Editorial Reverté 1978	Barcelona	Libro de texto complementario	AZ/PO/531 FRE mec
Mecánica	L. Landau, E. Lifshitz	Editorial Reverte 1985	Barcelona	Libro de texto complementario	AZ/PO/530 LAN cur
Mecánica Clásica	H. Goldstein	Editorial Reverté, 1998.	Barcelona	Libro de texto avanzado	AZ/PO/531 GOL mec
Classical Mechanics	H.C. Corben, P. Stehle	Dover, 1994	New York	Libro de texto avanzado	AZ/PO/531 COR cla
Methods of analytical dynamics	L. Meirovitch	McGraw-Hill Series in Advanced Engineering, 1970.	New York	Libro de texto avanzado	AZ/531.2 MEI met
Problemas de Mecánica: Resueltos y Comentados	O. Ecenarro	Servicio Editorial. Universidad del País Vasco.	Zarautz	Libro de problemas	
OTROS COMENTARIOS:					

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

### Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

### Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua:

- SEMINARIOS: Se valorará la asistencia a los seminarios y la participación activa en las mismas. Serán un 10% de de la nota total de la asignatura.
- ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 20% de la nota total de la asignatura.

Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

### Recomendaciones para la evaluación

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final

## TERMODINÁMICA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100818	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Francisco Javier Iglesias Pérez	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3315		
Horario de tutorías	Lunes y Martes de 17 a 18 h		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:javigles@usal.es">javigles@usal.es</a>	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Termodinámica y física Estadística que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física

Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

### 3. Recomendaciones previas

#### ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Física Estadística
- Física de convertidores energéticos

#### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

- Laboratorio de Termodinámica

#### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Física II
- Termodinámica I
- Análisis I, II; Álgebra Lineal y Geometría I, II; Ecuaciones diferenciales.

### 4. Objetivos de la asignatura

- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados de equilibrio de los sistemas termodinámicos
- Conocer los Principios de la Termodinámica y aplicar sus consecuencias
- Conocer los potenciales termodinámicos y aplicarlos para obtener la 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 el Tercer Principio de la Termodinámica y el comportamiento de las magnitudes termodinámicas en el límite de bajas temperaturas.
- Conocer las transiciones de fase más habituales en la naturaleza y su caracterización termodinámica.
- Aplicar el formalismo termodinámico al estudio de reacciones químicas, sistemas elásticos, sistemas eléctricos y magnéticos.
- Aplicar el formalismo termodinámico al estudio de ciclos de interés técnico
- Conocer los fundamentos básicos de la Termodinámica de los procesos irreversibles.
- Ser capaz de resolver problemas en este contexto

### 5. Contenidos

#### CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

TEMA	SUBTEMA
Tema 1: Transiciones de fase. Fenómenos críticos	1.1 Fenomenología de las transiciones de fase. Ejemplos. 1.2 Ecuación de Clapeyron-Clausius. 1.3 Entalpia de transición. 1.4 Transiciones sólido-líquido, sólido-vapor y líquido-vapor. 1.5 Transiciones de fase en sistemas binarios. 1.6 Transiciones continuas. Introducción a los fenómenos críticos.

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 2: Tercer Principio. Bajas temperaturas.	2.1. Enunciados del Tercer Principio. 2.2. Carácter estadístico del Tercer Principio. 2.3. Consecuencias. Entropía, capacidades caloríficas y coeficientes termodinámicos en el límite de bajas temperaturas 2.4. Procesos de desimación adiabática
Tema 3: Aplicaciones de Termodinámica	3.1. Termodinámica de sistemas químicos 3.1.1. Afinidad química. Función de Gibbs. 3.1.2. Evolución y estabilidad del equilibrio. 3.1.3. Equilibrio químico en algunos sistemas 3.1.4. Influencia de la presión y la temperatura en el equilibrio. 3.1.5. Principios de Le Chatelier y Le Chatelier-Braun 3.2. Termodinámica de sistemas especiales 3.2.1. Termodinámica de sólidos elásticos. 3.2.2. Termodinámica de sistemas eléctricos. 3.2.3. Termodinámica de sistemas magnéticos. 3.2.4. Efectos termoelectricos, termomagnéticos y termoplásticos 3.3. Ciclos de interés técnico 3.3.1. Ciclos de potencia 3.3.1.1. Ciclos de potencia de gas. 3.3.1.2. Ciclos de potencia de vapor. 3.3.2. Ciclos frigoríficos.
Tema 4: Termodinámica de Procesos Irreversibles	4.1. Equilibrio local 4.2. Flujos y fuerzas termodinámicas. 4.3. Régimen lineal. Relaciones de reciprocidad de Onsager. 4.4. Termoelectricidad: efectos Seebeck, Peltier, Thomsom. 4.5. Termodifusión: ley de Fick y efecto Soret.

## 6. Competencias a adquirir

TIPO A (CB): Competencias Básicas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CB2: 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.</li> <li>2. CB3: 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 o científica.</li> <li>3. CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.</li> </ol>
TIPO B (CG): Competencias Generales.
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CG1: Desarrollar las capacidades de <i>análisis</i> y <i>de síntesis</i> con el objeto de poder abstraer las propiedades de la realidad física, distinguiéndola de aquellas puramente ocasionales y poder inferirlas, comprobarlas o refutarlas con experimentos u observaciones físicas.</li> </ol>

2. CG-2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
3. 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.
4. 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.

#### TIPO C (CE): Competencias Específicas

1. 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.
2. 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.
3. CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.
4. CE-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.
5. 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.
se magistrales de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas
Seminarios	Como complemento a las clases de teoría y problemas os estudiantes podrán exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. En los seminarios se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones
Realización y exposición de Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. Estos trabajos se expondrán ante sus compañeros y el profesor.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		22,5	52,5
Prácticas	- En aula	15		37,5	52,5
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12			12
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		15	18
TOTAL		62		90	152

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Termodinámica	C. Fernández S. Velasco	Ramón Areces 2009	Madrid	L. texto básico	
Termodinámica	H. Callen	AC, 1981	Madrid	L. texto básico	
Calor y Termodinámica	M. W. Zemansky	McGraw-Hill, 1984	Madrid	L. texto básico	
Cien Problemas de Termodinámica	J. Pellicer y J.A. Manzanares	Alianza, 1996	Madrid	Problemas resueltos	
Termodinámica	J. Biel Gayé	Reverté, 1998	Barcelona	Texto complementario	
Advance Engeneering Thermodynamics	A. Bejan	J. Wiley, 2006	Hoboken	Texto avanzado	

**OTROS COMENTARIOS:**

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

**Criterios de evaluación**

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura.

La contribución de la prueba escrita final a la nota total de la asignatura será de un 70%. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

**Instrumentos de evaluación****EVALUACIÓN CONTINUA:**

- CONTROL DE CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS: El control de conocimientos prácticos se realizará mediante pruebas consistentes en la resolución de una o dos cuestiones de tipo práctico. Al conjunto de estas pruebas se le asignará un 20% de la nota total de la asignatura.
- ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos su contribución será de un 10% de la nota final de la asignatura.

**PRUEBA FINAL ESCRITA:**

- TEORÍA: Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará un examen escrito de teoría que consistirá en una pregunta de desarrollo y tres preguntas cortas de tipo práctico. La valoración de la pregunta de desarrollo será un 10% y de las tres preguntas cortas un 15%, por lo que la nota final de la prueba escrita de teoría será 25% de la nota final de la asignatura.
- PROBLEMAS: Así mismo, se realizará junto la prueba anterior una examen de problemas consistente en la resolución de tres problemas. La valoración de esta parte será el 45% de la nota final de la asignatura.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## VARIABLE COMPLEJA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100819	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR				
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Elicer Hernández Gajate	Grupo / s	Todos
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL		
Área	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	T3345 Trilingüe		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 16 a 18 h		
URL Web			
E-mail	gajatee@usal.es	Teléfono	4798

Profesor	David Rodríguez Emtén	Grupo / s	Todos
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL		
Área	FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	P1115		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 16 a 19 h		
URL Web			
E-mail	emten@usal.es	Teléfono	923 29 44 34

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Métodos Matemáticos de la Física que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física

Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

**3. Recomendaciones previas**

**ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:**

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Todas las del segundo semestre de 2º

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Análisis Matemático I y II
- Álgebra Lineal y Geometría I y II
- Ecuaciones Diferenciales

**4. Objetivos de la asignatura**

- 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 los métodos de la transformada de Fourier.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
1. NÚMEROS COMPLEJOS Y FUNCIONES DE VARIABLE COMPLEJA	1.1. Representación y operaciones con números complejos 1.2. Funciones de variable compleja: Diferenciabilidad y analiticidad 1.3. Condiciones de Cauchy-Riemann 1.4. Funciones multivaluadas 1.5. Funciones elementales

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
2.- INTEGRALES EN EL PLANO COMPLEJO. TEOREMA DE CAUCHY	2.1. Integrales en el plano complejo 2.2. Teorema de Cauchy 2.3. Fórmula integral de Cauchy 2.4. Derivadas de funciones analíticas
3.- SERIES EN EL PLANO COMPLEJO. TEOREMA DE LOS RESIDUOS	3.1. Convergencia de sucesiones y series 3.2. Series de Taylor y series de Laurent 3.3. Singularidades. Clasificación 3.4. Teorema de los residuos. 3.5. Cálculo de residuos
4.- APLICACIÓN DEL TEOREMA DE LOS RESIDUOS	4.1. Integrales impropias reales 4.2. Integración de funciones univaluadas 4.3. Integrales con polos en el camino 4.4. Integrales de funciones multivaluadas 4.5. Suma de series
5. TRANSFORMADA DE FOURIER	5.1. Series de Fourier 5.2. Transformadas de Fourier 5.3. Propiedades de las transformadas de Fourier 5.4. Aplicación a ecuaciones integrales
6. APLICACIONES CONFORMES	6.1. Propiedades 6.2. Funciones armónicas 6.3. Transformación de funciones armónicas 6.4. Transformación de las condiciones de contorno 6.5. Aplicación al cálculo de potenciales electrostáticos

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

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

### TIPO B (CG): Competencias Generales

1. CG-2: Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
2. CG-5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

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

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de Teoría	Exposición del contenido teórico de la asignatura
Resolución de problemas	Desarrollo de los conceptos de la asignatura mediante la resolución de ejercicios. Será supervisada por el profesor atendiendo de forma individualizada a los alumnos que así lo requieran.
Seminarios	Profundización en algunos aspectos teóricos de la asignatura y/o resolución de ejercicios.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		30	60
Prácticas	– En aula	15		30	45
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		12			12
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		20	23
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Variable compleja y aplicaciones	R.V. Churchill Y J.W. Brown		Mc Graw-Hill	Libro	
Applied complex variables	J.W. Dettman		Dover	Libro	
Mètodes matemàtics: variable complexa	J. Peñarrocha, A. Santamaria, J. Vidal		Universitat de València	Libro	
Complex analysis and applications	W. R. Derrick		Wadsworth Int. Group	Libro	
Basic complex analysis	J.E. Marsden		W.H. Freeman and Co.	Libro	
Variable compleja: Resolución de Problemas y Aplicaciones	J.C. Angulo		Paraninfo	Libro	
OTROS COMENTARIOS					

## 10. Evaluación

## Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

## Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes:

Evaluación continua:

Constará de resolución de tests y problemas. Su valoración será del 30% de la nota de la asignatura.

Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

#### Recomendaciones para la evaluación

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

#### Recomendaciones para la recuperación

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## TERCER CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

## FÍSICA CUÁNTICA I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100822	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1er Cuatrimestre
Área	Física Atómica Molecular y Nuclear				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Francisco Fernández González	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P1120		
Horario de tutorías	L,M,X 16:00 a 18:00		
URL Web			
E-mail	fdz@usal.es	Teléfono	923294434

Profesor Coordinador	David Rodríguez Entem	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P1115		
Horario de tutorías	L,M,X 16:00 a 18:00		
URL Web			
E-mail	entem@usal.es	Teléfono	923294434

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Física Cuántica.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Forma parte del primer semestre del bloque formativo.

Perfil profesional

Fundamental para cualquier perfil vinculado al grado de Física.

## 3. Recomendaciones previas

Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas de 1º y 2º curso.

## 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer la bases experimentales de la Física Cuántica
- Manejar las unidades típicas a escalas moleculares atómicas y subatómicas
- Comprender el carácter dual onda-corpúsculo en la descripción de los fenómenos microscópicos
- Aplicar correctamente el concepto de función de onda
- Conocer la importancia de la ecuación de Schrödinger en la descripción de los fenómenos cuánticos
- Resolver la ecuación de Schrödinger para problemas unidimensionales
- Conocer la estructura general de la mecánica cuántica y sus postulados
- Entender el comportamiento de las partículas idénticas y la importancia del principio de Pauli

## 5. Contenidos

Física Cuántica I

Tema 1. Los orígenes de la teoría cuántica

- 1.1 La radiación del cuerpo negro
- 1.2 El efecto fotoeléctrico
- 1.3 El efecto Compton
- 1.4 Espectros atómicos y modelo de Bohr
- 1.5 Difracción de electrones. Hipótesis de De Broglie

Tema 2. Funciones de onda y principio de incertidumbre

- 2.1 El experimento de la doble rendija.
- 2.2 Funciones de onda y paquetes de ondas
- 2.3 El operador momento. Funciones propias y valores propios de un operador
- 2.4 Principio de incertidumbre de Heisenberg: estabilidad de los átomos

Tema 3. Ecuación de Schrödinger
3.1 Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo
3.2 Conservación de la probabilidad: Ecuación de continuidad
3.3 Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo: estados estacionarios
3.4 La ecuación de Schrodinger para la partícula libre
Tema 4. Cuantización de la energía en sistemas simples
4.1 Estados ligados y estados de difusión
4.2 Escalones de potencial
4.3 Barreras de potencial: efecto túnel
4.4 Aplicaciones del efecto túnel
4.5 Pozos de potencial
4.6 Potenciales periódicos
4.7 Potencial de oscilador armónico
Tema 5. Estructura general de la mecánica cuántica
5.1 El espacio de estados notación de Dirac
5.2 Variables dinámicas y operadores
5.3 El proceso de medida: valores propios y funciones propias
5.4 Observables: postulado de expansión
5.5 Observables que conmutan compatibilidad y relaciones de incertidumbre
5.6 Evolución temporal: teorema de Ehrenfest
5.7 Los postulados de la mecánica cuántica
Tema 6. Aplicaciones de los postulados
6.1 Formulación algebraica del oscilador armónico
6.2 El espacio de estados de dos dimensiones: Polarización de la luz
6.3 El problema de los neutrinos solares
6.4 El experimento de Stern y Gerlach: Spin
6.5 Solución general del sistema de dos niveles
Tema 7. Partículas idénticas
7.1 Indistinguibilidad y principio de Pauli: bosones y fermiones
7.2 Sistemas de muchas partículas : determinante de Slater
7.3 Sistema de dos espines : el caso del átomo de helio
7.4 Principio de Pauli y evolución estelar

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

CB-2, CB-3, CB-4, CB-5

### TIPO B (CG): Competencias Generales

CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10

**7. Metodologías docentes**

**Clases de teoría** para exposición del contenido teórico de la asignatura

**Resolución de problemas** para la aplicación práctica de los contenidos de la misma

**Seminarios** para resolución de dudas, planteamiento de nuevos problemas, y exposición y discusión de los mismos por parte de los estudiantes

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		63	105
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		18	30
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online				9	9
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

Libros de consulta para el alumno

Quantum Physics S. Gasiorowicz ed Wiley 2003

Quantum mechanics B. H. Bransden and C. J. Joachain Ed. Prentice Hall 2000

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

Quantum Mechanics Y. Peleg R. Pnini, E. Zaarur Ed McGraw Hill 1998

Quantum Mechanics J. L. Basdevant J. Dalibard Ed. Springer 2005

Lectures on Quantum mechanics J.L. Basdevant Springer 2007

Problems and Solutions in Quantum Mechanics K. Tamvakis Ed. Cambridge U.P. 2005

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias adquiridas se basará en el trabajo periódico realizado por el alumno y en una prueba de conjunto escrita

**Criterios de evaluación**

Actividades de evaluación continua realizadas por el alumno	20%
Actividades realizadas a través de la web y validadas de forma presencial	20%
Prueba escrita final	60%

**Instrumentos de evaluación**

Exposición de problemas resueltos en los seminarios  
Defensa de problemas realizados a través de la web  
Prueba final de conjunto

**Recomendaciones para la evaluación**

Se recomienda la realización de todos los ejercicios propuestos y la presencia activa en los seminarios.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la prueba de conjunto

## ÓPTICA I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100823	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1er Cuatrimestre
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Isabel Arias Tobalina	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2311		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles 16-18:30h, Viernes 9-10h		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">http://optica.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:iarias@usal.es">iarias@usal.es</a>	Teléfono	923294436

Profesor Coordinador	Íñigo Sola Larrañaga	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2312		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles de 16-17h		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">http://optica.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:ijsola@usal.es">ijsola@usal.es</a>	Teléfono	923294436

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de óptica.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Se trata de una asignatura fundamental para el futuro graduado, que se completa con las asignaturas de Óptica II y Laboratorio de Óptica. Esta última se cursa en el mismo semestre y debe haber una gran coordinación entre ellas para que una sirva de apoyo a la otra.
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental para cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

### 3. Recomendaciones previas

Es deseable que se curse habiendo adquirido los conocimientos y competencias de las asignaturas correspondientes a los dos primeros cursos de Grado. Se parte de que el alumno tiene una base de electromagnetismo, ondas, óptica geométrica y estructura de la materia, adquiridas en las asignaturas de Física III, Física IV y Electromagnetismo I y II, así como manejo de derivación, integración, números complejos y álgebra matricial. Como se ha indicado antes es muy recomendable cursar esta asignatura junto al Laboratorio de Óptica.

### 4. Objetivos de la asignatura

- Describir la luz como una onda electromagnética.
- Conocer la propagación de la luz en el vacío y en los medios materiales.
- Manejar los estados de polarización y estudiar cómo les afecta la refracción y reflexión en dieléctricos y metales.
- Interpretar los patrones interferenciales que se obtienen cuando se superponen dos o más ondas y los requisitos que estas ondas han de verificar.
- Interpretar patrones de difracción producidos por diferentes aperturas y obstáculos

### 5. Contenidos

#### Tema 1. Ecuaciones de ondas. Ondas dispersivas y no dispersivas

- Ecuaciones de ondas y sus soluciones. Ondas monocromáticas, ondas planas, ondas esféricas y ondas cilíndricas.
- Relación de dispersión. Paquetes de onda. Velocidad de fase y velocidad de grupo.
- Teoría electromagnética de la luz. Repaso de las ecuaciones de Maxwell. Fuerza de Lorentz. Vector de Poynting
- Ecuación de ondas para el campo eléctrico en el vacío. Velocidad de la luz
- El espectro electromagnético

#### Tema 2. Índice de refracción. Propagación de la luz. Teoría de la dispersión

- Respuesta del medio material. Respuesta a un campo débil
- Ecuaciones de Maxwell para campos monocromáticos. Ecuación de ondas para el campo eléctrico monocromático
- Medios dieléctricos y medios conductores
- Índice de refracción
- Propagación de la luz en el vacío y en los medios materiales.
- Teoría clásica de la dispersión.

#### Tema 3. Polarización

- Ondas planas vectoriales
- Polarización: Lineal, circular y elíptica

- Representación de la luz polarizada: Representación de Jones
- Representación de la luz polarizada: Vectores de Stokes. Matrices de Müller

#### Tema 4. Campos en discontinuidades de medio

- Condiciones de contorno para los campos. Necesidad de una onda reflejada
- Leyes de la refracción y de la reflexión
- Amplitudes de las ondas reflejada y refractada. Fórmulas de Fresnel
- Polarización de la onda reflejada y refractada
- Balance energético. Reflectancia y Transmitancia

#### Tema 5. Interferencias

- Interferencia de dos ondas. Visibilidad
- Interferencia con dos fuentes puntuales. Experimentos de Young y de Michelson.
- Interferencia de dos ondas planas.
- Interferencia de muchas ondas. Fabry-Perot
- Multicapas: Espejos, láminas antirreflejantes y filtros interferenciales

#### Tema 6. Difracción

- Principio de Huygens-Fresnel
- Difracción de Fresnel y de Fraunhofer
- Difracción de Fraunhofer: Difracción por una apertura rectangular. Difracción por una apertura circular. Difracción por una doble rendija.
- Difracción por una red, poresolutivo

## 6. Competencias a adquirir

### Tipo A (CB): Competencias básicas

- 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.

### TIPO B (CG): Competencias Generales.

- 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.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas.

- 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 órdenes 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-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.

## 7. Metodologías docentes

### Clases magistrales

El profesor expondrá el contenido teórico de los temas. Se proporcionará al alumno apuntes o las presentaciones para facilitar el seguimiento de las mismas.

### Clases de problemas

En ellas se resolverán cuestiones prácticas relativas a la teoría de las clases magistrales. El alumno dispondrá de las hojas de problemas con anterioridad para que intente resolverlos. Ayudan a fijar conceptos y a manejar órdenes de magnitud.

### Seminarios

Se hacen con menos alumnos y permiten al profesor hacer la evaluación continuada, ya que serán los alumnos los que resuelvan problemas o presenten algunos desarrollos que previamente se hayan planteado.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		63	105
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	12		18	30
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	6		9	15
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

E. Hecht: **Optica**, Addison Wesley Iberoamericana, 2000

J.M.Cabrera, F.J.López y F. Agulló: **Optica electromagnética Vol I: Fundamentos y Vol II: Materiales y Aplicaciones**, Addison Wesley Iberoamericana, Vol I (1998), Vol II (2000)

M.Born y E.Wolf: **Principles of Optics**, Cambridge University Press, 7<sup>th</sup> ed., 2002

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

<http://optics.byu.edu/>

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/index.html>

<https://public.me.com/ricktrebino>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de esta materia se hará teniendo en cuenta el trabajo del alumno durante el curso y los resultados de una prueba escrita final.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán el 30% de la nota de la asignatura.

La prueba escrita final será el 70% de la nota. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

### Instrumentos de evaluación

#### Evaluación continua:

Resolución de problemas y desarrollos de algunas cuestiones, previamente planteadas por el profesor.

<b>Prueba escrita:</b> Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará una prueba escrita que consistirá en la resolución de problemas
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en clases y seminarios.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Se realizará una prueba escrita para recuperar la parte de nota correspondiente a la prueba escrita final.

## MECÁNICA TEÓRICA

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100824	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	MOODLE			
	URL de Acceso:				

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José María Cerveró Santiago	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias-Trilingüe		
Despacho	T3346		
Horario de tutorías	Se especificará al inicio del curso		
URL Web			
E-mail	cervero@usal.es	Teléfono	923 29 4500 4435

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Módulo de Mecánica

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

La asignatura, como parte integrante del bloque formativo de Física, pretende que los alumnos obtengan un conocimiento y competencias básicas en el ámbito de la Mecánica Teórica.

Perfil profesional.

- Docencia Universitaria o Investigación
- Docencia no universitaria
- Administración pública
- Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- Consultorías
- Empresas de Informática y telecomunicaciones
- Industria

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado previamente Mecánica I y II.

**4. Objetivos de la asignatura**

Conocer el concepto de transformación canónica y saber utilizarlo para resolver problemas. 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.

-Generales:

- Comprender los principales conceptos de la Física y su articulación en leyes, teoría y modelos, valorando el papel que desempeñan en el desarrollo de la sociedad.
- Ser capaz de resolver problemas físicos obteniendo una descripción no solo cualitativa sino cuantitativa y con el grado de precisión que sea requerido del fenómenos físico en cuestión
- Desarrollar en los alumnos las habilidades de pensamiento prácticas y manipulativas propias de método científico de modo que les capaciten para llevar a cabo un trabajo investigador.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.
- Valorar las aportaciones de la Física a la tecnología y la sociedad.

-Específicos:

- Aplicación de los conocimientos a la práctica
- Visualización e interpretación de soluciones

- Expresión rigurosa y clara
- Razonamiento lógico e identificación de errores en los procedimientos

#### -Instrumentales:

- Razonamiento crítico.
- Capacidad de aplicar conocimientos a la práctica.
- Habilidad para trabajar autónomamente.
- Destreza para usar las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) para encontrar información.

## 5. Contenidos

- Tema 1: Repaso del formalismo Lagrangiano  
Espacio de configuración y ligaduras  
Principio de mínima acción. Variación general de la acción.  
Principio de D'Alembert y ecuaciones de Lagrange.
- Tema 2: Simetrías y constantes del movimiento.  
El método de Lie. Simetrías de las ecuaciones del movimiento.  
Simetrías en el caso de dependencia temporal.  
Simetrías del Lagrangiano. Teorema de Noether de partículas.  
Ejemplos: Simetrías galileanas y de la Relatividad especial y simetrías Gauge.
- Tema 3: Sistemas dinámicos.  
Linearización y clasificación de puntos críticos.  
Sistemas dinámicos no lineales.  
Funciones generatrices y simetrías del espacio de fase.
- Tema 4: Sistemas Hamiltonianos y ecuaciones de Hamilton-Jacobi.  
Transformaciones canónicas.  
Transformadas de Legendre y ecuaciones de Hamilton.  
Función principal de Hamilton. Relación con las transformaciones canónicas.  
Ecuaciones de Hamilton-Jacobi. Separación de variables.  
Variable acción-ángulo. Significado y ejemplos.  
Hamiltonianos integrables.
- Tema 5: Integrabilidad  
Sistemas integrables. Teorema de Liouville.  
Aspectos globales. Toros invariantes.  
Sistemas superintegrables. Degeneración.  
Reglas semiclásicas de cuantificación. Sistemas no integrables.
- Tema 6: Introducción a la mecánica de Medios Continuos.  
Transición a un número infinito de grados de libertad. Cuerda vibrante.  
Formulación lagrangiana y hamiltoniana de campos. Ejemplos.  
Lagrangiano del campo escalar y electromagnético. Campos de Yang-Mills.  
Teorema de Noether de campos. Tensor energía-momento.

**6. Competencias a adquirir**

Específicas.
Transversales:
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacidad de manejo de nuevas tecnologías.</li> <li>· Capacidad lingüística.</li> </ul>
-Sistémicas:
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Aprendizaje autónomo.</li> <li>· Motivación por la calidad.</li> <li>· Capacidad de iniciativa.</li> </ul>

**7. Metodologías**

La metodología a seguir consistirá en una parte de clases magistrales expositivas donde se explicarán los conceptos básicos necesarios para conseguir los objetivos, de acuerdo al programa adjunto, junto con una serie de clases prácticas de resolución de problemas de modo presencial. Además en la parte no presencial de la asignatura se podrán proponer al alumno la resolución de problemas supervisados por el profesor periódicamente que permitirán al alumno reforzar contenidos y orientarle en la consecución de las competencias previstas. En lo que refiere a los medios formativos se llevarán a cabo por medio de clases de pizarra tradicionales con apoyo de bibliografía especializada de consulta que se propondrá al alumno junto con las plataformas Moodle para acceso a material docente digital y recursos online que el profesor estime en cada tema.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	30		30	60
Clases prácticas	15		15	30
Seminarios	12		15	30
Exposiciones y debates				
Tutorías	5			5
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades				
Exámenes	3		15	18
TOTAL	65		90	155

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

-Classical Mechanics, Herbert Goldstein, Charles P. Poole, John L. Safko - Addison Wesley (2002) - ISBN 0201657023

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.**

-Classical Dynamics, J. Saletan, Cambridge University Press, 1998, ISBN 0521 636361

-Analytical mechanics, Louis N. Hand, Janet D. Finch, Cambridge University Press, 1998, ISBN 0521 57572 9

-Modern analytic mechanics, Richard Kent Cooper, C. Pellegrini, Kluwer academic, 1999, ISBN 0306459582

**10. Evaluación**

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, aunque es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias que se evalúan.

**Consideraciones Generales**

De modo general para la evaluación del grado de consecución de los objetivos propuestos en la asignatura y grado de desarrollo de capacidades se considerarán las pruebas escritas presenciales y los problemas propuestos para ser entregados a calificar. Asimismo se tendrán en cuenta la participación activa en las clases presenciales y en el entorno on-line de la plataforma Moodle.

**Criterios de evaluación****Instrumentos de evaluación**

La evaluación se llevará a cabo por medio de los siguientes instrumentos, donde se explicita el porcentaje de peso de cada uno sobre la calificación final:

- Examen final presencial (60 %). Se requerirá una calificación mínima en este apartado para superar la asignatura de un 40% de la nota máxima de la prueba.
- Evaluación continua (40%) por medio de:
  - prácticas presenciales
  - entrega periódica de ejercicios

(Sólo en caso de falta debidamente justificada en las prácticas presenciales el profesor determinará un día y hora para recuperarlas de manera global).

**Recomendaciones para la evaluación.**

Durante el curso se recomienda a los alumnos asistir a las clases presenciales de teoría y prácticas, así como la entrega para su calificación de los ejercicios propuestos (presencial u on-line) en las fechas previstas. Además las tutorías y seminarios colectivos serán de gran utilidad para resolver aquellas cuestiones o aclarar conceptos.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Para la recuperación se recomienda contactar con el profesor para que éste le oriente en vista a reforzar o desarrollar aquellas capacidades que no hayan sido logradas.

Para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura podrán recuperar la parte del examen final presencial. El resto de las notas de evaluación continua no serán recuperables.

No obstante, si el profesor lo estima conveniente, se podrá requerir la entrega de ejercicios o trabajos propuestos para ayudar al alumno a conseguir aquellos objetivos que no hayan sido alcanzados durante el curso de la asignatura.

## ELECTRODINÁMICA CLÁSICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100825	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Electromagnetismo				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José Ignacio Íñiguez de la Torre	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe -T3305 (Despacho 3)		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles y jueves de 13 a 13:30 y de 16 a 17		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/~nacho/">http://web.usal.es/~nacho/</a>		
E-mail	nacho@usal.es	Teléfono	1301

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (asignatura) que forma parte del módulo Electromagnetismo que a su vez está compuesto por 4 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura Obligatoria dentro del Grado en Física.
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE CONTINÚAN EL TEMARIO:

- Ondas electromagnéticas guiadas
- Radiación y propagación electromagnética
- Electrónica de comunicaciones.

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

- Todas las de tercero

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Todas las de primero y segundo

**4. Objetivos de la asignatura**

- Afianzar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Electromagnetismo I y II.
- Manejar con destreza el principio de conservación de la energía en electromagnetismo (Teorema de Poynting ) y el principio de conservación del momento (mecánico y electromagnético).
- Integrar el conocimiento del electromagnetismo en el contexto de la relatividad especial. Familiarizarse con la formulación covariante del electromagnetismo.
- Conocer las características de la radiación electromagnética y de su propagación en el espacio abierto.
- Comprender en detalle los aspectos básicos de la radiación de cargas relativistas.
- Resolver con pericia problemas de dinámica de partículas cargadas y sistemas de cargas sometidas al campo electromagnético.
- Familiarizarse con la aproximación magnetohidrodinámica para el estudio de plasmas

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
<b>TEÓRICOS</b>	
1. ECUACIONES DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO	
2. BALANCE ENERGÉTICO	
3. FORMULACIÓN COVARIANTE	
4. ECUACIÓN DE ONDAS	
5. CAMPOS DE UN DIPOLO OSCILANTE	
6. RADIACIÓN DE PARTÍCULAS CARGADAS	
7. DINÁMICA DE PARTÍCULAS CARGADAS	
8. MAGNETOHIDRODINÁMICA	
<b>PRÁCTICOS</b>	

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

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.

#### TIPO B (CG): Competencias Generales.

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.

#### TIPO C (CE): Competencias Específicas.

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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría	Mediante clases magistrales se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura
Clases de resolución de problemas	En las clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados.
Exposición de problemas	Los estudiantes participarán activamente en clase mediante la exposición de problemas y la discusión en grupo. El estudiante deberá exponer problemas propuestos, para cuya preparación contará con el apoyo del profesor en el horario de tutorías. En esta actividad los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren.
Entrega de trabajos	Cada estudiante resolverá y entregará al profesor ejercicios de forma individualizada para mejorar su formación. Los ejercicios entregados por el profesor serán corregidos y calificados por éste, realizando los comentarios y sugerencias que considere oportunos para que el estudiante pueda alcanzar los objetivos y competencias ligados a esta asignatura.
Tutorías	El profesor estará disponible en los horarios establecidos para atender de forma individualizada las dudas de los estudiantes. Además estos podrán utilizar la plataforma "studium" para poner en común sus dudas, en la que se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar estas cuestiones.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		28		42	70
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		18	30
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		5		7.5	12.5
TOTAL		45		67.5	112.5

**9. Recursos**

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Classical Electrodynamics	Jackson, J. D.	John Wiley & Sons.		Libro	
Introduction to Electrodynamics	D. J. Griffiths	Prentice Hall		Libro	
Teoría Clásica de Campos	Landau, L. D. y Lifshitz, E. M.	Reverté		Libro	
Problemas de Electrodinámica Clásica	Íñiguez de la Torre, J. I. et al	Universidad de Salamanca		Libro	
<b>OTROS COMENTARIOS:</b> El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, vídeos, etc.) en la plataforma "studium".					

**10. Evaluación**

<b>Consideraciones Generales</b>
La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, y en una prueba escrita final.
<b>Criterios de evaluación</b>
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico. Debido a la actual normativa sobre tamaño de los grupos de seminario, resulta difícil realizar una correcta evaluación continua con grupos tan numerosos. Ello hace que el peso de la prueba final escrita deba ser determinante en la calificación final. Por todo ello, tenemos que indicar que: — las actividades de evaluación continua supondrán como máximo el 30% de la nota total de la asignatura. — la prueba escrita final será como mínimo un 70 % de la nota total de la asignatura. Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación de 3/10 en esta prueba.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: • elaboración y exposición de problemas: Prueba escrita: • prueba escrita de teoría • prueba escrita de problemas
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Se establecerá un procedimiento para la recuperación de la parte de evaluación continua y se realizará una prueba escrita de recuperación.

## MÉTODOS NUMÉRICOS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100826	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/login/">http://moodle.usal.es/login/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Alejandro Medina Domínguez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, T-3319		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 17 a 19 h		
URL Web	<a href="http://campus.usal.es/gtfe">http://campus.usal.es/gtfe</a>		
E-mail	amd385@usal.es	Teléfono	923-294436

Profesor Coordinador	Antonio González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, 3318		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 17 a 19 h		
URL Web	<a href="http://campus.usal.es/gtfe">http://campus.usal.es/gtfe</a>		
E-mail	ags@usal.es	Teléfono	923-294436

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física.
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas: Álgebra y Geometría I y II, Análisis Matemático I y II y Técnicas Informáticas en Física.

## 4. Objetivos de la asignatura

- 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.

## 5. Contenidos

- Sistemas de ecuaciones lineales
- Ecuaciones no lineales
- Interpolación y aproximación de funciones

- Derivación e integración numérica
- Resolución de ecuaciones diferenciales

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO B (CG): Competencias Generales

CG-2, CG-4, CG-5

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

CB-5

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

CE-3, CE-5, CE-8

## 7. Metodologías docentes

Clases magistrales y clases prácticas en aula de informática con metodología basada en problemas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		28		45	73
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	42		10	52
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		5		5	10
TOTAL		77		75	152

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- Press, W.H. y otros, *Numerical Recipes: the art of scientific computing (FORTRAN Version)*, Cambridge University Press (2007).
- Carnahan, B. y otros, *Cálculo Numérico. Métodos, Aplicaciones*, Ed. Rueda (1979).
- Douglas Faires, J. y Burden, R., *Métodos Numéricos*, 3ª Ed. Thomson, (2004).
- Atkinson, L. V. y Harley, P.J., *Introducción a los Métodos Numéricos con Pascal*, Ed. Addison-Wesley (1987).
- Aubanell, A. y otros, *Útiles Básicos de Cálculo Numérico*. Ed. Labor (1993).

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- <http://www.nr.com/>
- <http://www.wolfram.com/mathematica/>
- [http://www.damp.cam.ac.uk/user/fdl/people/sd103/lectures/nummeth98/contents.htm#L\\_1\\_Contents](http://www.damp.cam.ac.uk/user/fdl/people/sd103/lectures/nummeth98/contents.htm#L_1_Contents)
- <http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/people/fenton/LectureNotes/Numerical-Methods.pdf>
- <http://www-teaching.physics.ox.ac.uk/computing/NumericalMethods/NMfP.pdf>
- <http://www.cs.uiowa.edu/~atkinson/na-resources.pdf>

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación de competencias de la asignatura se basa en el trabajo continuado, evaluado periódicamente, y en una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

La evaluación tendrá en cuenta tanto la adquisición de competencias mediante evaluación continua como por una prueba escrita final. A la evaluación continua le corresponderá un 40% de la nota y a la prueba final un 60%.

## Instrumentos de evaluación

Evaluación continua: resolución de problemas realizando los correspondientes programas de ordenador. Se propondrán problemas al final de cada tema teórico y se irán evaluando durante el curso. El peso de esta evaluación será del 40% de la nota final.

Prueba escrita final: consistirá en la resolución de problemas, para algunos de ellos será necesario utilizar los programas de ordenador desarrollados.

## Recomendaciones para la evaluación

Se recomienda la asistencia y participación programada en todas las actividades desarrolladas en la asignatura.

## Recomendaciones para la recuperación

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## LABORATORIO DE ÓPTICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100827	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1º Cuatrimestre
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

Profesor Coordinador	Ana García González	Grupo / s	A y B
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2309		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles de 17-18 h		
URL Web	<a href="http://Optica.usal.es">Optica.usal.es</a>		
E-mail	agg@usal.es	Teléfono	923294436
Profesor Coordinador	Julio San Román Álvarez de Lara	Grupo / s	A y B
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2312		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles de 17-18 h		
URL Web	<a href="http://Optica.usal.es">Optica.usal.es</a>		
E-mail	jsr@usal.es	Teléfono	923294436
Profesor Coordinador	Enrique Conejero Jarque	Grupo / s	A y B
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2312		
Horario de tutorías	Previa consulta		
URL Web	<a href="http://Optica.usal.es/GIOE">http://Optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	enrikecj@usal.es	Teléfono	923294678

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Módulo de óptica.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Se trata de una asignatura fundamental que forma parte del módulo de Óptica que a su vez se compone de dos asignaturas Óptica I y Óptica II. Esta asignatura se cursa en el mismo cuatrimestre que la Óptica I y debe haber una gran coordinación entre ellas para que una sirva de apoyo a la otra.

Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental para cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

**3. Recomendaciones previas**

Es deseable que se curse habiendo adquirido los conocimientos y competencias de las asignaturas correspondientes a los dos primeros cursos de Grado. Se parte de que el alumno tiene una base de electromagnetismo, ondas, óptica geométrica y estructura de la materia, adquiridas en las asignaturas de Física III, Física IV, Laboratorio de Física y Electromagnetismo I y II, así como manejo de derivación, integración, números complejos y álgebra matricial.

Como se ha indicado antes es muy recomendable cursar esta asignatura junto a Óptica I y Óptica II.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Familiarizar al alumno con los fenómenos ópticos básicos
- Poner de manifiesto la conexión directa que existe entre los experimentos y la descripción teórica.
- Aprender a evaluar las fuentes de error en un experimento, realizando medidas que los minimicen
- Adquirir destreza en el diseño de un experimento óptico analizando y evaluando los resultados obtenidos.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Teórico: para recorrer los temas más importantes de la óptica, el alumno realizará un total de doce experimentos contenidos en seis módulos. Antes de la realización de cada módulo se dará una clase teórica sobre los contenidos y el trabajo a desarrollar en cada uno de ellos	

1. Óptica geométrica y dispersión en los medios	MÓDULO 1 1.1. Puesta a punto de un espectrogoniómetro. 1.2. Dispersión de la luz en medios materiales. MÓDULO 2 2.1. Alineamiento y construcción de distintos sistemas ópticos. 2.2. Determinación de elementos cardinales de varios S.O.
2. Polarización	MÓDULO 3 3.1. Polarizadores y láminas retardadoras. Análisis de diferentes estados de polarización de la luz. 3.2. Determinación de los parámetros de Stokes de un haz de luz.. MÓDULO 4 4.1. Reflexión en un dieléctrico. 4.2. Reflexión en un metal.
3. Interferencias	MÓDULO 5 5.1. Interferencias de Young. 5.2. Interferómetros Michelson y Fabry-Perot.
4. Difracción	MÓDULO 6 6.1. Calibrado de redes de difracción 6.2. Construcción de una red holográfica

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

CB2. Saber aplicar los conocimientos Ópticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suele demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de la Óptica.

CB4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Óptica a un público tanto especializado como no especializado

CB5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Óptica con un alto grado de autonomía

### TIPO B (CG): Competencias Generales

CG1. 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.

CG2. Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.

CG3. 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.

CG4. 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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas**

- CE1. Tener una buena comprensión de la Óptica, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental, y los fenómenos físicos que puedan ser descritos a través de ella.
- CE2. Haberse familiarizado con los aspectos más importantes de la Óptica, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por su relevancia dentro de la Física y sus aplicaciones.
- CE4. Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.
- CE6. Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Óptica y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnicos de proyectos.
- CE7. 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.
- CE8. Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar mediante medios escritos y orales su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográficas tanto a profesionales como a público en general

**7. Metodologías docentes**

**Clases teóricas introductorias:** el alumno realizará un total de 12 sesiones de tres horas en el laboratorio divididas en seis bloques. Al comienzo de cada uno de ellos se realizará una hora de introducción teórica en la que se expondrán los fundamentos teóricos de cada una de las prácticas contenidas en el bloque correspondiente, así como la descripción del material del que se dispondrá en los montajes.

Como apoyo de estas clases se utilizará cañón de proyección y material de laboratorio, así como apuntes y guiones de las prácticas que estarán disponibles en la plataforma virtual de la asignatura y a las que el alumno habrá accedido previamente.

Estas clases se podrán dar en el propio laboratorio o en un aula si se creyera conveniente debido al número de alumnos por grupo.

**Prácticas en laboratorio:**

Posteriormente se realizará la práctica correspondiente en el laboratorio con una duración de tres horas, ayudando así a fijar los conceptos teóricos y a manejar órdenes de magnitud. Se realizarán en grupos reducidos y por parejas para fomentar discusiones entre los alumnos de todos los fenómenos que vayan desarrollando a lo largo de la sesión.

**Trabajos:**

Cada grupo de alumnos elaborará un informe sobre cada una de las prácticas realizadas en el laboratorio. En él harán un resumen teórico breve, presentarán las medidas realizadas y los resultados obtenidos con su cálculo de error correspondiente.

Se realizará una prueba escrita tras la realización de los tres primeros módulos.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		2			2
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	33			33
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios				
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			24	24
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2.5		13.5	16
TOTAL	37.5		37.5	75

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Hecht, E; Zajac, A (2000). Óptica, Addison Wesley Iberoamericana.  
 Cabrera, JM.; López, F.J. y Agulló López, F. (1998): Óptica electromagnética, Addison Wesley  
 Casas, J.-Óptica. Librería Pons. Zaragoza

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

1. Plataforma virtual de la universidad de Salamanca:  
<http://moodle.usal.es/> "Laboratorio de Óptica"
2. Apuntes de la asignatura de Óptica
3. Páginas que contienen varios applets en Java con experiencias virtuales de fenómenos ópticos que se realizan en el laboratorio.  
<http://micro.magnet.fsu.edu/optics/tutorials/index.html>  
<http://www.ub.edu/javaoptics/index-es.html>
4. Página del grupo de Óptica de la universidad de Salamanca en la que se pueden encontrar muchos enlaces de interés para la asignatura  
<http://optica.usal.es/>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de esta materia se hará teniendo en cuenta el trabajo del alumno durante el curso y los resultados de una prueba escrita final.

### Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias mediante actividades de evaluación continua como por una prueba final escrita. Las actividades de evaluación continua supondrán el 60% de la nota de la asignatura. Es imprescindible que el alumno haya realizado todas las prácticas de laboratorio programadas para obtener esta contribución a la nota final. La prueba escrita final será el 40% de la nota.

Instrumentos de evaluación
<p>Evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Informe práctico (cuaderno de prácticas) entregado por cada grupo. Se evaluarán los conceptos teóricos, la explicación de lo realizado en el experimento y resultados, así como la presentación de todo ello.</li><li>• Evaluaciones realizadas a lo largo del laboratorio.</li></ul> <p>Cada parte tendrá una contribución del 50%.</p> <p><u>Prueba escrita:</u></p> <p>Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará una prueba escrita que consistirá en la resolución de problemas y cuestiones relacionado con las experiencias prácticas realizadas en la asignatura. Para poder superar la asignatura la nota mínima de este examen será de 5/10.</p>
Recomendaciones para la evaluación
<p>Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.</p>
Recomendaciones para la recuperación
<p>Se realizará una prueba escrita para recuperar la parte de nota correspondiente a la prueba escrita final.</p>

## TERCER CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## FÍSICA CUÁNTICA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100828	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Atómica Molecular y Nuclear				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Elicer Hernández Gajate	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3345 (edif. Trilingüe)		
Horario de tutorías	L,M,X 16:00 a 18:00		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:gajatee@usal.es">gajatee@usal.es</a>	Teléfono	923294798

Profesor Coordinador	David Rodríguez Entem	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P1115		
Horario de tutorías	L,M,X 16:00 a 18:00		
URL Web			
E-mail	entem@usal.es	Teléfono	923294434

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Física Cuántica.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Forma parte del segundo semestre del bloque formativo.
Perfil profesional
Fundamental para cualquier perfil vinculado al grado de Física.

### 3. Recomendaciones previas

Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas de 1º y 2º curso

### 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer y aplicar el operador de momento angular
- Conocer y aplicar los métodos de resolución aproximada de la ecuación de Schrödinger
- Resolver la ecuación de Schrödinger para problemas tridimensionales
- Conocer la estructura del átomo de hidrogeno y su comportamiento en campos estáticos
- Conocer la estructura de átomos, moléculas y nanoestructuras
- Conocer la dinámica de sistemas cuánticos en particular de las transiciones atómicas

### 5. Contenidos

- Tema 1. Momento angular  
Momento angular orbital y relaciones de conmutación.  
Definición del operador momento angular  
Funciones propias y vectores propios del momento angular  
Funciones propias del momento angular orbital: armónicos esféricos  
Representación matricial del momento angular  
Momento angular y rotaciones  
Acoplamiento de momentos angulares
- Tema 2. Métodos aproximados de solución de la ecuación de Schrödinger  
Métodos perturbativos  
Método variacional  
Método de Numerov
- Tema 3. Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones.  
Potenciales separables.  
Potenciales centrales: separación de variables.  
El pozo de potencial tridimensional  
El potencial Coulombiano  
El potencial de oscilador armónico

- Tema 4. El átomo de hidrogeno  
 El átomo de hidrogeno: espectro de energías y funciones de onda  
 Correcciones relativistas estructura fina  
 El átomo de hidrogeno en campos eléctricos estáticos: Efecto Stark  
 El átomo de hidrogeno en campos magnéticos estáticos: efecto Zeeman
- Tema 5. Átomos, Moléculas y Nanoestructuras  
 El átomo de helio  
 Átomos multielectronicos: Aproximación de campo central  
 Configuraciones atómicas: reglas de Hund  
 La molécula de  $H_2^+$   
 Orbitales moleculares  
 Espectros moleculares: espectros de rotación y vibración  
 Pozos cuánticos, cables cuánticos y puntos cuánticos.  
 Superredes de punto cuánticos
- Tema 6. Evolución de los sistemas cuánticos  
 Desintegración de sistemas  
 La ecuación de Schrödinger en el campo electromagnético  
 Teoría semiclasica de la radiación: Reglas de selección  
 La 'aproximación cuántica'
- Tema 7. Introducción al magnetismo ordenado  
 Diamagnetismo y paramagnetismo  
 Interacciones electrónicas y estructura magnética  
 Orden ferromagnético  
 Orden antiferromagnético

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

CB-2, CB-3, CB-4, CB-5

### TIPO B (CG): Competencias Generales

CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10

## 7. Metodologías docentes

Clases de teoría para exposición del contenido teórico de la asignatura

Resolución de problemas para la aplicación práctica de los contenidos de la misma

Seminarios para resolución de dudas, planteamiento de nuevos problemas, y exposición y discusión de los mismos por parte de los estudiantes

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		63	105
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		18	30
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online				9	9
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno
Quantum Physics S. Gasiorowicz ed Wiley 2003
Quantum mechanics B. H. Bransden and C. J. Joachain Ed. Prentice Hall 2000
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
Quantum Mechanics Y. Peleg R. Pnini, E. Zaarur Ed McGraw Hill 1998
Quantum Mechanics J. L. Basdevant J. Dalibard Ed. Springer 2005
Lectures on Quantum mechanics J.L. Basdevant Springer 2007
Problems and Solutions in Quantum Mechanics K. Tamvakis Ed. Cambridge U.P. 2005

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de las competencias adquiridas se basará en el trabajo periódico realizado por el alumno y en una prueba de conjunto escrita

**Criterios de evaluación**

Actividades de evaluación continua realizadas por el alumno	20%
Actividades realizadas a través de la web y validadas de forma presencial	20%
Prueba escrita final	60%

**Instrumentos de evaluación**

Exposición de problemas resueltos en los seminarios  
Defensa de problemas realizados a través de la web  
Prueba final de conjunto

**Recomendaciones para la evaluación**

Se recomienda la realización de todos los ejercicios propuestos y la presencia activa en los seminarios.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la prueba de conjunto.

## ÓPTICA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100829	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Isabel Arias Tobalina	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2311		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles 16-18:30, Viernes 9-10		
URL Web	optica.usal.es		
E-mail	iaras@usal.es	Teléfono	923294436

Profesor Coordinador	Íñigo Sola Larrañaga	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2312		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles de 16-17h		
URL Web	optica.usal.es		
E-mail	ijsola@usal.es	Teléfono	923294436

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de óptica.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Se trata de una asignatura fundamental para el futuro graduado, continuación de la asignatura de Óptica I, que se cursa junto a Electrodinámica clásica y Física cuántica I, en el primer semestre de 3º.

**Perfil profesional**

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental para cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

**3. Recomendaciones previas**

Como se ha indicado para Óptica I, es deseable que se curse habiendo adquirido los conocimientos y competencias de las asignaturas correspondientes a los dos primeros cursos de Grado y por supuesto de Óptica I y Laboratorio de Óptica. También es muy recomendable que el alumno haya cursado las asignaturas de Electrodinámica clásica y Física cuántica I.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Propagación de la luz en medios anisótropos.
- Establecer los límites de la óptica lineal y dar una explicación clásica de los fenómenos no lineales.
- Plantear la óptica geométrica como aproximación de la óptica física cuando  $l$  tiende a 0. Formulación matricial de la marcha de rayos.
- Saber las bases de funcionamiento de las principales fuentes de luz, especialmente el láser.
- Conocer las bases de funcionamiento de detectores de luz para poder elegir el adecuado en un problema particular.
- Conocer los principios básicos de propagación de la luz guiada y su utilización en el campo de las comunicaciones por fibra óptica y dispositivos de óptica integrada.

**5. Contenidos****Tema 1. Óptica de medios anisótropos**

- Medios anisótropos. Ejes principales. Ecuaciones de Maxwell para un medio anisótropo. Ecuación de ondas. Ondas planas en un medio anisótropo.
- Birrefringencia
- Medios uniaxiales

**Tema 2. Introducción a la óptica no lineal**

- Procesos ópticos no lineales
- Modelo clásico de oscilador anarmónico
- Efectos de la susceptibilidad de segundo orden y tercer orden
- Efectos de orden alto: límite no perturbativo
- Efectos magnetoópticos

**Tema 3. Fundamentos de la óptica geométrica**

- Las aproximaciones de la óptica geométrica.
- Definiciones geométricas y ley de la intensidad

— Las ecuaciones de la trayectoria del rayo

— Teoremas fundamentales de la óptica geométrica

#### **Tema 4. Formación de imagen. Sistemas ópticos**

— Sistemas ópticos formadores de imagen. Superficies estigmáticas.

— Aproximación paraxial. Óptica matricial

— Elementos cardinales de un sistema óptico

— Instrumentos ópticos formadores de imagen

#### **Tema 5. Radiometría. Emisores y detectores de radiación**

— Radiometría y fotometría

— Emisores de radiación. Emisores térmicos y emisores no térmicos

— Detectores de radiación. Detectores térmicos. Detectores cuánticos. Materiales fotográficos y CCD's

#### **Tema 6. Laser**

— Descripción de los procesos radiactivos. Emisión estimulada.

— Inversión de población. Ciclo de bombeo

— Cavity laser

— Tipos de láseres

— Aplicaciones

#### **Tema 7. El ojo**

— Anatomía del ojo

— El ojo como sistema óptico

— Defectos de la refracción

#### **Tema 8. Fibras ópticas. Comunicaciones ópticas. Óptica integrada**

— Propagación en una fibra óptica

— Mecanismos de atenuación y dispersión

— Tipos de fibras

## **6. Competencias a adquirir**

### **Tipo A (CB): Competencias básicas**

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.

**TIPO B (CG): Competencias Generales**

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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas**

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 órdenes 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-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.

**7. Metodologías docentes**Clases magistrales

El profesor expondrá el contenido teórico de los temas. Se proporcionará al alumno apuntes o las presentaciones para facilitar el seguimiento de las mismas.

Clases de problemas

En ellas se resolverán cuestiones prácticas relativas a la teoría de las clases magistrales. El alumno dispondrá de las hojas de problemas con anterioridad para que intente resolverlos. Ayudan a fijar conceptos y a manejar órdenes de magnitud.

Seminarios

Se hacen con menos alumnos y permiten al profesor hacer la evaluación continuada, ya que serán los alumnos los que resuelvan problemas o presenten algunos desarrollos que previamente se hayan planteado.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	42		63	105
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	12		18	30
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	6		9	15
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

E. Hecht: **Óptica**, Addison Wesley Iberoamericana, 2000

J.M.Cabrera, F.J.López y F. Agulló: **Óptica electromagnética Vol I: Fundamentos y Vol II: Materiales y Aplicaciones**, Addison Wesley Iberoamericana, Vol I (1998), Vol II (2000)

M.Born y E.Wolf: **Principles of Optics**, Cambridge University Press, 7<sup>th</sup> ed., 2002

B.E.A. Saleh y M.C. Teich : **Fundamentals of Photonics**, John Wiley & Sons, 2nd Edition. 2007.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

<http://optics.byu.edu/>

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/index.html>

<https://public.me.com/ricktrebino>

## 10. Evaluación

## Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de esta materia se hará teniendo en cuenta el trabajo del alumno durante el curso y los resultados de una prueba escrita final.

Criterios de evaluación
Las actividades de evaluación continua supondrán el 30% de la nota de la asignatura. La prueba escrita final será el 70% de la nota. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.
Instrumentos de evaluación
<u>Evaluación continua:</u> Resolución de problemas y desarrollos de algunas cuestiones, previamente planteadas por el profesor. <u>Prueba escrita:</u> Al finalizar el curso y en el período previsto en el calendario académico se realizará una prueba escrita que consistirá en la resolución de problemas y cuestiones.
Recomendaciones para la evaluación
Se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en clases y seminarios.
Recomendaciones para la recuperación
Se realizará una prueba escrita para recuperar la parte de nota correspondiente a la prueba escrita final.

## FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100830	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física de la Materia Condensada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodel.usal.es">https://moodel.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Pablo Guillermo González Espeso	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Segunda planta. Despacho nº 2 T3304		
Horario de tutorías	Lunes a Viernes de 12h a 14h		
URL Web			
E-mail	pgecp@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

Profesor	Máximo Gómez Flórez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Planta principal . Despacho T1105		
Horario de tutorías	Lunes a Viernes de 18h a 20h		
URL Web			
E-mail	maximo@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una asignatura que forma parte del módulo Física del Estado Sólido que a su vez está compuesto por 2 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física.
Perfil profesional
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

### 3. Recomendaciones previas

Asignaturas que continúan el temario
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica Física</li> <li>• Física del Estado Sólido II</li> </ul>
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas las obligatorias de tercero</li> </ul>
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas las de primero y segundo</li> </ul>

### 4. Objetivos de la asignatura

- Comprender la relación entre estructura, características de enlace, y propiedades de los sólidos.
- Saber calcular aspectos geométricos de átomos en cristales a partir de las características de los mismos.
- Reconocer la equivalencia de la formulación del orden cristalino en el espacio real y el recíproco.
- Aplicar las leyes de la difracción para reconocer los patrones de difracción de estructuras cristalinas sencillas.
- Comprender la importancia que tiene la simetría de un sistema físico respecto de los observables del mismo.
- Saber interpretar una estructura de bandas.
- Comprender la relación entre la estructura de bandas de los sólidos y sus propiedades electrónicas
- Aprender y utilizar someramente algunos métodos de cálculo de estructura de bandas.
- Saber plantear modelos sencillos de sistemas físicos y caracterizar los observables del mismo.
- Entender la equivalencia entre la dinámica de iones y fonones.
- Saber entender y utilizar las relaciones de dispersión de fonones de un cristal.
- Comprender y saber deducir las propiedades mecánicas y térmicas de los sólidos relacionadas con los fonones.
- Aprender a deducir propiedades de materiales teniendo en cuenta su composición química y los estados de energía de iones y electrones.
- Realizar las aproximaciones apropiadas para comprender distintos fenómenos electrónicos en sólidos a partir de la teoría de bandas.
- Asimilar el papel fundamental de la estructura electrónica y su influencia en las propiedades de transporte.
- Conocer las propiedades electrónicas de los semiconductores.
- Aplicar los distintos modelos de conductividad en sólidos, y en particular la teoría de bandas, para describir sus propiedades electrónicas y de transporte.

## 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMAS	SECCIONES
TEÓRICOS.	
1. CONCEPTOS BÁSICOS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomística y materiales sólidos</li> <li>• Distribuciones periódicas de átomos. Cristales</li> <li>• Redes cristalinas</li> <li>• Estructuras cristalinas notables</li> <li>• Materiales sólidos y enlace químico</li> </ul>
2. LA RED RECÍPROCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades periódicas y red recíproca</li> <li>• Difracción de rayos X</li> <li>• Red recíproca</li> <li>• Zonas de León Brillouin</li> </ul>
3. ESTADOS ELECTRÓNICOS EN CRISTALES I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estados electrónicos y simetrías de cristales</li> <li>• Conductores, aislantes y semiconductores</li> <li>• Métodos de cálculo de estructura de bandas: Base de ondas planas</li> <li>• Métodos de cálculo de estructura de bandas: Método del enlace fuerte</li> </ul>
4. ESTADOS ELECTRÓNICOS EN CRISTALES II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximación semiclassical:</li> <li>• El asunto de la masa efectiva</li> <li>• El asunto de los huecos</li> <li>• Conductores: Modelo de jalea real</li> <li>• Modelo sencillo de semiconductor</li> </ul>
5. DINÁMICA DE IONES EN CRISTALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximación armónica</li> <li>• Fonones</li> <li>• Modelos de Debye y de Einstein</li> <li>• Capacidad calorífica de cristales</li> <li>• Efectos anarmónicos: Dilatación térmica</li> <li>• Efectos anarmónicos: Conductividad térmica</li> </ul>
6. PROPIEDADES DE TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica de portadores en campos electromagnéticos</li> <li>• Propiedades galvanomagnéticas</li> <li>• Propiedades termoeléctricas</li> <li>• Introducción a las propiedades de transporte en metales</li> <li>• Introducción a las propiedades de transporte en semiconductores</li> </ul>
PRÁCTICOS.	<p>Resolución de problemas relativos a cada uno de los temas precedentes.</p> <p>Desarrollo y entrega de problemas propuestos por el profesor</p>

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

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.

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas.**

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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría	Mediante clases magistrales se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura
Clases de resolución de problemas	En las clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados y para ello se les entregará a los estudiantes una colección de enunciados.
Exposición de problemas	Los estudiantes participarán activamente en clase mediante la exposición de problemas y la discusión en grupo. El estudiante deberá exponer problemas propuestos, para cuya preparación contará con el apoyo del profesor en el horario de tutorías. En esta actividad los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren.
Entrega de trabajos	Cada estudiante resolverá y entregará al profesor ejercicios de forma individualizada para mejorar su formación. Los ejercicios entregados por el profesor serán corregidos y calificados por éste, realizando los comentarios y sugerencias que considere oportunos para que el estudiante pueda alcanzar los objetivos y competencias ligados a esta asignatura.
Tutorías	Los profesores están disponibles en los horarios establecidos para atender de forma individualizada las dudas de los estudiantes. Además estos podrán utilizar la plataforma "studium" para poner en común sus dudas, en la que se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar estas cuestiones.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales	30		22,5	52,5
Prácticas	- En aula	15	37,5	52,5
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	7,5		10,0	17,5
Exposiciones y debates	4,5		5,0	9,5
Tutorías	2,0			2,0
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3,0		15,0	18,0
TOTAL	62,0		90,0	152,0

## 9. Recursos

### FUENTES DE INFORMACIÓN

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Solid State Physics	HOOK, J.R., HALL, H.E.:		WILEY	Libro	AZ/P0/538.9 H00 sol
Introducción a la Física del Estado Sólido	KITTEL, CH.		REVERT	Libro	AZ/P0/538.9 KIT int
Solid State Physics	ASHCROFT, N.W.; MERMIN, N.D.		HOLT, SAUNDERS	Libro	AZ/P0/538.9 ASH sol
The Physics and Chemistry of Solids	PILLAI, S.O		NEW AGE SCIENCE	Libro	AZ/P0/538.9 PIL sol

### OTROS COMENTARIOS:

El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, vídeos, etc.) en la plataforma "studium".

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

<b>Criterios de evaluación</b>
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: Pruebas escritas: Se evaluará críticamente, bajo criterios estrictamente científicos por una parte la teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases de teoría) mediante la contestación de preguntas cortas, y por otra, los problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas). Cada parte se valorará sobre 10 puntos, se hará la media entre, penalizando ponderadamente medias “escandalosas” (p. ej. 1 y 9 no producirá un 5). La media se ponderará como un 20% de la nota final. <ul style="list-style-type: none"><li>• Ejercicios entregados y/o expuestos por los estudiantes: Se evaluará, críticamente, bajo criterios estrictamente científicos la entrega de ejercicios y trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso, así como la exposición y debate de los mismos en clase. Se valorará muy negativamente los fraudes (copia acrílica de compañeros o de otros medios, por ejemplo Wikipedia). Constituirán un 10% de la nota total de la asignatura</li><li>• Prueba escrita final: Los profesores encargados de la asignatura establecerán, de acuerdo con la marcha de la explicación de la asignatura y trabajo sobre la misma, una prueba de teoría y otra de problemas. Cada parte se valorará sobre 10 puntos, se hará la media entre ambas partes, penalizando ponderadamente medias “escandalosas” (p. ej. 1 y 9 no producirá un 5). Dicha media contabilizará como un 70% de la nota final. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 30% de la nota máxima de la prueba.</li></ul>
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Se establecerá un procedimiento para la recuperación de la parte de evaluación continua y se realizará una prueba escrita de recuperación, aplicando estrictos criterios científicos para su calificación.

## FÍSICA ESTADÍSTICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100831	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	Obligatorio	Curso	3.º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Antonio González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	16 Ed. Trilingüe (T3318)		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 17,00 a 19,00		
URL Web	<a href="http://www.usal.es/gtfe">http://www.usal.es/gtfe</a>		
E-mail	ags@usal.es	Teléfono	923 294 436 ext. 1311

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

La asignatura pertenece al módulo «Termodinámica y Física Estadística».

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

La asignatura proporciona los conocimientos básicos de Física Estadística que cabe esperar de un graduado en Física, permitiendo relacionar los comportamientos microscópico y macroscópico de un sistema compuesto por un número muy grande de constituyentes. Proporciona una explicación microscópica de muchas de las propiedades obtenidas en las asignaturas de Termodinámica, mientras que sienta las bases para estudiar los sistemas físicos de los que se hablará en la asignatura «Física Estadística Avanzada» del cuarto curso del grado.

Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

**3. Recomendaciones previas**

## Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Termodinámica I y II  
Mecánica I y II  
Física Cuántica I

## Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Física Cuántica II

## Asignaturas que continúan el temario

Física Estadística Avanzada

**4. Objetivos de la asignatura**

1. Conocer y comprender la explicación microscópica y cómo ésta complementa otras explicaciones macroscópicas que los estudiantes ya conocen.
2. Comprender los conceptos de macroestado, microestado, colectividad y función de partición.
3. Reconocer qué colectividad ha de aplicarse a cada caso concreto en función de las variables macroscópicas empleadas.
4. Saber aplicar el formalismo de la Física Estadística para el estudio de sistemas compuestos por muchas partículas, incluyendo manejar convenientemente las herramientas matemáticas más habituales en él.
5. Tener al menos una idea de las aplicaciones de la Física Estadística en otros campos de la Física, como el estudio del estado sólido.

**5. Contenidos**

TEMA	EPÍGRAFES
1. Mecánica Estadística clásica	Teoría de colectividades y postulados de la M. E. clásica Colectividad microcanónica Colectividad canónica Colectividad macrocanónica
2. Aplicaciones	Distribución de velocidades de Maxwell Teorema de equipartición generalizado Gases reales
3. Mecánica Estadística cuántica	Postulados Estadísticas cuánticas y límite clásico
4. Aplicaciones	Gases ideales cuánticos Radiación electromagnética Sólidos cristalinos Gas de electrones Paramagnetismo Gases poliatómicos

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias básicas**

CB2: 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.

CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.

**TIPO B (CG): Competencias generales**

CG1: 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.

CG2: Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.

CG4: 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.

CG5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

**TIPO C (CE): Competencias específicas**

CE1: 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.

CE2: 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.

CE3: 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.

CE6: 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.

CE7: 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.

**7. Metodologías docentes**

Metodología	Descripción
Clases magistrales de teoría	Exposición, por parte del profesor, del contenido teórico de la asignatura
Seminarios	Resolución, por parte del profesor, de una serie de ejercicios adecuados a los objetivos de la asignatura.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		26		26	52
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		12		30	42
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Evaluación continua (pruebas parciales)		2		4	6
Exámenes		5		7,5	12,5
TOTAL		45		67,5	112,5

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

J. Brey, J. de la Rubia y J. de la Rubia Sánchez. *Mecánica Estadística*. UNED Ediciones, 2001.  
 R.K Pathria. *Statistical Mechanics*. Ed. Pergamon, 1996.  
 W. Greiner, L. Neise y H. Stöcker. *Thermodynamics and Statistical Mechanics*. Springer, 1995.  
 K. Huang. *Statistical Mechanics*. Ed. Wiley & Sons. 1987.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

<http://studium.usal.es/>

## 10. Evaluación

## Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente mediante pruebas escritas parciales, y conjuntamente con una prueba escrita final. Por su propia naturaleza, la parte de evaluación continua no es susceptible de recuperación, de modo que solo se realizará una prueba para la recuperación del examen final.

Criterios de evaluación		
Se emplearán dos tipos de evaluación: evaluación continua y un examen escrito final, con unos pesos relativos en la calificación final de 30 y 70 %, respectivamente. Además, para superar la asignatura es preciso que la nota del examen escrito final supere un 40 % de dicho examen.		
Instrumentos de evaluación		
Bloque	Instrumento	% de la nota final
Evaluación continua	Pruebas escritas parciales	30
Examen final	Prueba escrita	70*
* Para superar la asignatura es preciso que la nota del examen escrito final supere un 40 % del examen.		
Recomendaciones para la evaluación		
Se recomienda asistir a clase y llevar al día la asignatura, tanto la parte de teoría como la práctica. En ese sentido, es conveniente no descuidar la parte de evaluación continua, así como tratar de resolver los problemas propuestos incluso antes de que el profesor realice problemas similares en las clases magistrales de problemas.		
Recomendaciones para la recuperación		
La evaluación continua no es recuperable, manteniéndose en ella la calificación de la primera convocatoria. Para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final se realizará una prueba escrita en iguales condiciones que en la primera convocatoria.		

## ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100832	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	Obligatorio	Curso	3	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Teórica.				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Moodle			
	URL de Acceso:	Studium: <a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Kerstin Kunze	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T-3301 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Miércoles y Jueves de 16 a 17 h		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/kkunze">http://diarium.usal.es/kkunze</a>		
E-mail	kkunze@usal.es	Teléfono	923 294 437

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Gravitación y Cosmología.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Asignatura obligatoria en el grado. Se muestra la construcción de teorías físicas a partir de observaciones.
Perfil profesional
Investigación y Docencia en Astronomía. Periodismo científico. Meteorología.

## 3. Recomendaciones previas

Haber cursado el primer ciclo del grado en física.
--

#### 4. Objetivos de la asignatura

Conocer y comprender la posición de la Tierra y el Sistema Solar en el contexto del Universo. Diferenciar una ciencia observacional de una ciencia experimental. Entender cómo las observaciones condicionan nuestra comprensión del Universo. Comprender cómo las primeras etapas evolutivas en la historia del Universo determinaron los procesos de formación de los sistemas estelares. En particular, conocer los movimientos del Sol y los planetas sobre la esfera celeste, las propiedades estelares, entender y saber aplicar las ecuaciones de estructura estelar, conocer las principales estructuras del Universo: Galaxias, Cúmulos de Galaxias y Supercúmulos. Comprender la expansión del Universo y los modelos cosmológicos basados en las ecuaciones de Friedmann que lo describen. Saber resolver dichas ecuaciones para distintos modelos cosmológicos. Conocer la historia térmica del Universo, la nucleosíntesis primordial y los conceptos de materia y energía oscuras. Entender qué es la Radiación de Fondo de microondas y su importancia fundamental como ventana a la física del Universo primitivo y cómo nos permite determinar los principales parámetros cosmológicos.

#### 5. Contenidos

##### **Tema 1. Mecánica Celeste.**

Breve repaso de trigonometría esférica.  
Sistemas de coordenadas astronómicas.  
Movimientos aparentes de los astros.  
Medida del Tiempo.  
Ecuación del Tiempo.  
Movimiento de los planetas. Órbitas.

##### **Tema 2. Propiedades Estelares.**

La Observación Astronómica. Telescopios. Detectores.  
Conceptos Fotométricos: Intensidad, flujo, luminosidad.  
Magnitudes Aparentes y Absolutas.  
Propiedades de las estrellas. Distancias.  
Diagrama de Hertzsprung-Russell.

##### **Tema 3. Física Estelar.**

Estructura Estelar Estática.  
Modelos Estelares Simples.  
Producción y Transporte de Energía en interiores estelares.  
Reacciones Nucleares en Estrellas.  
El Sol.  
Evolución Estelar.

Cúmulos Abiertos. Cúmulos Globulares.  
Objetos Compactos.

##### **Tema 4. El Universo Observable.**

La Galaxia.  
Galaxias. Secuencia de Hubble.  
Cúmulos y Supercúmulos de Galaxias: Estructura a Gran Escala.

Desplazamiento al rojo. Ley de Hubble.

Medida de distancias en Cosmología.

Materia oscura, energía oscura.

#### **Tema 5. Cosmología.**

El Universo en Expansión: ecuaciones de Friedmann.

Fluidos cosmológicos.

Modelos Cosmológicos simples.

Breve historia térmica del Universo.

Horizontes.

#### **Tema 6. Historia térmica del Universo.**

Equilibrio térmico.

Desacoplamiento del gas de neutrinos.

Aniquilación de pares.

Nucleosíntesis primordial.

Recombinación. Fondo Cósmico de Microondas.

Medida de los parámetros cosmológicos.

Problemas del modelo de Big-Bang.

### **6. Competencias a adquirir**

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, por lo tanto permitiendo 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 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.

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-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.

## 7. Metodologías docentes

Se combinarán clases magistrales con la resolución de problemas concretos, tutorías de teoría y problemas, y trabajos adicionales para ilustrar aspectos concretos de la asignatura. En particular:

Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los alumnos los conocimientos básicos, ligados a las competencias previstas.

Los conocimientos teóricos se fijan por medio de clases prácticas en que los conceptos clave se desarrollan por medio de problemas especialmente diseñados para ello. Mediante la resolución de problemas se busca motivar el espíritu crítico fomentando la revisión de las premisas básicas antes de llegar a las soluciones buscadas.

Las tutorías permiten que los alumnos expongan las dificultades y dudas que les plantea la resolución de problemas, permitiendo ahondar en la comprensión de la asignatura, tanto en sus aspectos teóricos como aplicados.

Los trabajos permitirán desarrollar y ampliar aspectos no cubiertos por la docencia reglada. Los alumnos aprenderán a manejar bibliografía, exponer sus hallazgos en público y presentarlos de forma concisa, ordenada y accesible al resto de sus compañeros.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		28		42	70
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	12		18	30
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	5		7.5	12.5
TOTAL	45		67.5	112.5

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

"An Introduction to Modern Astrophysics". B. Carroll & D.A. Ostlie. Addison-Wesley (2006).  
 "Fundamental Astronomy". H. Karttunen, et.al. Springer Verlag (1994).  
 "An Introduction to Modern Cosmology". A. Liddle. Wiley & Sons (2003).  
 "The Early Universe". E. Kolb & M. Turner. Addison-Wesley (1990).  
 "The Physics of Stars". A.C. Phillips. Manchester U.P. John Wiley (1994).  
 "Extragalactic Astronomy and Cosmology". P. Schneider. Springer Verlag (2010).

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

<http://www.nasa.gov/>, <http://hubble.nasa.gov/>,  
<http://esoads.eso.org>, <http://xxx.unizar.es>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en pruebas objetivas: corrección de problemas y trabajos más una prueba final escrita para evaluar el trabajo continuado y la madurez alcanzada en la asignatura, respectivamente.

### Criterios de evaluación

Evaluación del trabajo continuado: Estas actividades supondrán el 30% de la nota final. Evaluación final: prueba escrita que aportará un 50% de la nota. Para superar la asignatura, se exige que en esta segunda prueba el alumno supere el 70% de la nota máxima de la misma.

### Instrumentos de evaluación

Evaluación continua: corrección de los problemas entregados por los alumnos a lo largo del cuatrimestre y de los trabajos presentados. Se valorará especialmente la defensa pública de los resultados obtenidos.  
 Evaluación final: prueba escrita conteniendo cuestiones conceptuales y problemas para valorar el grado de madurez alcanzado por el alumno.

Recomendaciones para la evaluación
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación
Habrà un examen de recuperación consistente en una prueba escrita. La nota de la evaluación continua se mantiene, por lo que la suma combinada de la evaluación continua y la evaluación final debe ser superior al 45% de la nota global.

## LABORATORIO DE FÍSICA CUÁNTICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100833	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Cristina Prieto Calvo	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, número 35		
Horario de tutorías			
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	cprieto@usal.es	Teléfono	923-294798

Profesor Coordinador	María Teresa Fernández Caramés	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho			
Horario de tutorías	Miércoles, Jueves y Viernes de 12 a 14 horas		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	carames@usal.es	Teléfono	923 294500 Ext. 1375

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia	Física Cuántica.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios	Es una asignatura que forma parte del bloque de formación básica del Grado en Física.
Perfil profesional	Al ser una asignatura obligatoria es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

Haber adquirido los conocimientos básicos de las asignaturas de los dos primeros años del Grado, así como de Física Cuántica I.
---

## 4. Objetivos de la asignatura

<ul style="list-style-type: none"> <li>• conocer los fenómenos experimentales que dieron origen a la Física Cuántica</li> <li>• utilizar las unidades apropiadas a las dimensiones de los fenómenos estudiados</li> <li>• manejar la instrumentación apropiada a la observación de los fenómenos subatómicos implicados</li> </ul>
--

- comprender el origen de los espectros atómicos, interpretarlos y deducir de ellos reglas de selección
- conocer los efectos de los campos magnéticos sobre el espectro
- relacionar las regularidades del espectro de átomos hidrogenoides y detectar mezclas de elementos
- entender el fundamento de los sistemas de detección de radiaciones y saber manejarlos

## 5. Contenidos

### Capítulo I . Dualidad onda-partícula

Tema 1. Carácter corpuscular de la radiación electromagnética.

Mecanismos de interacción radiación-materia. Fundamentos de la detección de fotones. Instrumentación: detectores de radiación

Práctica de laboratorio: efecto fotoeléctrico

Tema 2. Naturaleza ondulatoria de las partículas

Verificación experimental de la hipótesis de de Broglie

Práctica de laboratorio: difracción de electrones

### Capítulo II . Átomos de un electrón

Tema 3. Modelo de Bohr

Regularidades en el espectro del hidrógeno. Teoría de Bohr para átomos de 1 electrón. Generalización de Sommerfeld. Cuantización del momento angular.

Simulación: experimento de Franck y Hertz

Práctica de laboratorio: espectro del hidrógeno

Tema 4. Interacción con campos magnéticos

Modelo clásico. Espín del electrón

Simulación: experimento de Stern y Gerlach

Práctica de laboratorio: Resonancia de espín electrónico

### Capítulo III . Átomos multieletrónicos

Tema 5. Excitaciones de rayos X.

Principio de exclusión de Pauli y estructura en capas de los átomos multieletrónicos. Ley de Moseley

Práctica de laboratorio: Fluorescencia de rayos X

Práctica de laboratorio: Absorción de rayos X

Tema 6. Interacción de átomos multieletrónicos con campos magnéticos.

Reglas de selección. Instrumentación: el interferómetro de Lummer-Gehrke

Práctica de laboratorio: Efecto Zeemann

## 6. Competencias a adquirir

### Básicas

CB-2: Saber aplicar los conocimientos de física cuántica a la elaboración y defensa de argumentos en la resolución de problemas de este campo.  
CB-3: Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de la Física cuántica, 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 de la física cuántica a un público tanto especializado como no especializado.  
 CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de laboratorio necesarias para emprender experimentos posteriores en Física cuántica con un alto grado de autonomía.

#### Generales

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 en experimentos de física cuántica, obteniendo una descripción no sólo cualitativa sino también cuantitativa y con el grado de precisión que sea necesario.  
 CG-5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

#### Específicas

CE-1: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes en que se basa la física cuántica, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellos.  
 CE-2: Haberse familiarizado con los aspectos más importantes de la Física Cuántica, no sólo por su importancia intrínseca, sino por la relevancia para la Física y sus aplicaciones  
 CE-3: Saber formular las relaciones funcionales y cuantitativas de la Física Cuántica 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-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 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.  
 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

## 7. Metodologías

**Seminarios de teoría:** en ellos se expondrán los complementos teóricos necesarios para el aprovechamiento de las experiencias de laboratorio.  
**Prácticas en el laboratorio:** se distribuye a los estudiantes en grupos de dos personas por puesto de trabajo. Para la realización de la práctica los alumnos disponen de guiones con las instrucciones necesarias, aunque cuentan también con la asistencia de los profesores.

**Aprendizaje basado en problemas:** a lo largo de los experimentos se proponen problemas cuya resolución exija tener claros los conceptos básicos de la experiencia.

**Simulaciones de ordenador:** se utilizarán simulaciones apropiadas a cada uno de los experimentos para preparación o revisión del trabajo requerido en cada situación.

**Cuestionarios de respuesta múltiple:** se proponen varios cuestionarios de autoevaluación, para verificar el aprendizaje en el laboratorio.

**Trabajo sobre las prácticas realizadas:** El alumno debe elaborar un trabajo escrito de cada práctica realizada, en el que se incluyan procedimientos utilizados, resultados e incertidumbres, respuestas a las cuestiones de los guiones e incluso un breve comentario crítico sobre la experiencia.

## 8. Previsión de Técnicas (Estrategias) Docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		3		3	6
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	21			21
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		6		6	12
Exposiciones y debates		4,5		2	6,5
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				7	7
Preparación de trabajos				7.5	7.5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		12	15
TOTAL		37,5		37.5	75

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Robert M. Eisberg y Robert Resnick. *Física Cuántica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos y Partículas*. Editorial Limusa, 1988  
 M. Alonso y E. F. Finn *Física. Vol. III: Fundamentos Cuánticos y Estadísticos*. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana (1986).  
*Experiments in Modern Physics*. A. C. Melissinos. Academic Press Coll. Div, 1966

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

*Manual de laboratorio de Leybold*, varias ediciones.

*Manual de laboratorio de Phywe*, varias ediciones.

Angel Franco, Curso Interactivo de Física en Internet: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación del logro de las competencias se basará principalmente en el seguimiento del trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente en una prueba global. La asistencia a todas y cada una de las prácticas es condición necesaria para superar la asignatura.

### Criterios de evaluación

A la evaluación continua le corresponde el 100% de la nota.

### Instrumentos de evaluación

La evaluación continua comprende:

- realización de las prácticas y del correspondiente informe escrito. Computa el 35% del total
- exposición personal oral de trabajos relacionados con el desarrollo de los experimentos. Sobre el total se asigna un peso del 10%
- Una prueba global que evaluará el grado en que el estudiante es capaz de aplicar los contenidos teóricos de la materia a supuestos experimentales. Supone el 55% de la calificación global. Es necesaria una nota mínima del 40% en cada una de estas tres partes para superar la asignatura.

### Recomendaciones para la evaluación

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la nota de la prueba global.

## CUARTO CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

## FISICA NUCLEAR Y DE PARTICULAS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100834	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1º cuatrimestre
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Alfredo Valcarce Mejía	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, número 28		
Horario de tutorías	Miércoles, Jueves y Viernes de 12 a 14 horas		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	valcarce@usal.es	Teléfono	923-294798

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia.
Física Nuclear y de Partículas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura que forma parte del bloque de formación básica del Grado en Física.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura obligatoria es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

Haber adquirido los conocimientos básicos de las asignaturas de los dos primeros años del Grado, así como de Física Cuántica I, Física Cuántica II, Laboratorio de Física Cuántica y Electrodinámica Clásica. También se recomienda seguir esta asignatura simultáneamente con la Mecánica Cuántica.
--

#### 4. Objetivos de la asignatura

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.

#### 5. Contenidos

##### Tema 1.- Partículas elementales: clasificación y propiedades

- Concepto de partícula fundamental: clasificación.
- Antipartículas: ecuaciones de ondas relativas.
- Leptones
- Quarks y hadrones

##### Tema 2.- Interacciones fundamentales. Leyes de conservación

- Partículas virtuales
- Tipos de interacciones. Intensidad relativa
- Simetrías espacio-temporales y simetrías internas
- Paridad. Paridad intrínseca
- Paridad C
- Isoespín
- Propiedades fundamentales de la interacción fuerte
- Propiedades fundamentales de la interacción débil

##### Tema 3.- El núcleo atómico: propiedades globales

- Distribución de carga y masa nuclear. Factores de forma
- Espín, paridad y momentos electromagnéticos nucleares
- Masa de los núcleos.
- Fórmula semiempírica de masas
- Parábolas de estabilidad
- Tipos de inestabilidad nuclear

##### Tema 4.- Inestabilidad nuclear

- Radiactividad natural y desintegración nuclear
- Desintegración beta. Modelo de Fermi
- Desintegración alfa. Modelo de Gamow
- Fisión. Reactores de fisión
- Desintegración gamma. Estimadores de Weisskopf

**Tema 5.- Modelos del núcleo**

- Interacción nucleón-nucleón
- Estructura de capas: números mágicos
- Predicciones: espín y paridad del modelo de capas
- Momento dipolar magnético y cuadrupolar eléctrico
- Núcleos impar-impar: regla de Nordheim
- Estados excitados en el modelo de capas
- Núcleos deformados: Modelo de Nilsson
- Nociones de modelos colectivos

**6. Competencias a adquirir****Básicas**

- 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.

**Generales**

- 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.

**Específicas**

- 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 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.
- 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-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/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes.

## 7. Metodologías

**Clases de teoría:** Exposición del contenido teórico de la asignatura

**Resolución de problemas:** Desarrollo de los conceptos de la asignatura mediante la resolución de ejercicios

**Seminarios:** A partir de la exposición por parte de los estudiantes de los problemas propuestos se resolverán las dudas y dificultades que hayan surgido fomentando la discusión entre los estudiantes. Los problemas propuestos se resolverán por parte de todos los estudiantes y periódicamente se defenderán bien de forma escrita, bien en el despacho del profesor.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	30		22.5	52.5
Clases prácticas	15		37.5	52.5
Seminarios	12		15	27
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos				
Otras actividades				
Exámenes	3		15	18
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>		<b>92</b>	<b>152</b>

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Física Nuclear y de Partículas. A. Ferrer Soria. Ed. Univ. Valencia.  
Nuclear and Particle Physics. W.E. Burcham and M. Jobes. Ed. Prentice Hall.  
Introductory Nuclear Physics. K.S. Krane. Ed. John Wiley & Sons.  
Introduction to High Energy Physics. D.H. Perkins. Ed. Addison-Wesley.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado de forma periódica mediante la corrección de ejercicios en las clases de seminarios y su defensa bien por escrito o bien de forma oral en el despacho del profesor, y con el peso fundamental de una prueba final escrita.

### Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará con actividades de evaluación continua y con una prueba final escrita.

### Instrumentos de evaluación

Elaboración de problemas: 10% de la nota  
Exposición de problemas resueltos: 20% de la nota  
Prueba final escrita: 70% de la nota

### Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la nota de la prueba final escrita.

## MECÁNICA CUÁNTICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100835	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1ºcuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium.usal.es			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Marina de la Torre Mayado	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 13 Casas del Parque (II)		
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 11:00 h a 13:00 h		
URL Web	<a href="http://campus.usal.es/~mpg/">http://campus.usal.es/~mpg/</a>		
E-mail	marina@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext. 1543

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Física Cuántica que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física programada en el primer cuatrimestre del cuarto curso.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

- Mecánica Cuántica Avanzada

## ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTÁNEAMENTE:

- Física Nuclear y de Partículas

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Física Cuántica I
- Física Cuántica II
- Laboratorio de Física Cuántica

**4. Objetivos de la asignatura**

- Entender la descripción de las colisiones en Mecánica Cuántica.
- Calcular secciones eficaces diferenciales y totales.
- Calcular los desfases producidos por potenciales centrales para ondas esféricas.
- Comprender el concepto de simetría en Mecánica Cuántica y saber utilizarlo.
- Estudiar los métodos de aproximación: WKB y método variacional para el cálculo de estados ligados.
- Aprender a utilizar la aproximación semiclásica en problemas sencillos.
- Conocer las ecuaciones relativistas de la Mecánica Cuántica.
- Resolver las ecuaciones relativistas en algunos casos: Átomo de Hidrógeno.
- Saber calcular transiciones entre niveles de energía en el marco de la teoría cuántica de la radiación.

**5. Contenidos**

1. Teoría de scattering
  - La ecuación de Lippman-Schwinger.
  - La aproximación de Born.
  - Teorema óptico.
  - Estados de partícula libre: ondas planas vs. ondas esféricas.
  - Método de las ondas parciales.
  - Partículas idénticas y scattering.
  - Consideraciones de simetría y scattering.
2. Simetrías en Mecánica Cuántica
  - Simetrías, leyes de conservación y degeneración.
  - Simetrías discretas: paridad o inversión espacial.
  - Traslación en una "lattice" como una simetría discreta.
  - Simetrías discretas: inversión temporal.
3. Métodos de aproximación
  - El método de Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB)
  - Aplicaciones.
  - El método variacional. Aplicaciones

4. Ecuaciones de ondas relativistas
  - La ecuación de Klein-Gordon.
  - La ecuación de Dirac: Teoría formal.
  - Soluciones de la ecuación de Dirac.
5. Teoría cuántica de la radiación
  - El campo de radiación clásico.
  - Operadores de creación, destrucción y número.
  - El campo de radiación cuántico.
  - Emisión y absorción de fotones por átomos.
  - Scattering Rayleigh, Scattering Thomson y efecto Raman.

## 6. Competencias a adquirir

### Tipo A (CB): Competencias Básicas

- 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 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.

### Tipo B (CG): Competencias Generales

- 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.

### Tipo C (CE): Competencias Específicas

- 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.
- 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 órdenes 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Resolución de problemas	Los conocimientos teóricos se fijaran por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas.
Seminarios de teoría y problemas	Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones.
Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. En estos seminarios, los alumnos deberán exponer ante sus compañeros las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	30		22,5	52,5
Clases prácticas	15		37,5	52,5
Seminarios	12			12

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades				
Exámenes	3		15	18
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>		<b>90</b>	<b>152</b>

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- J. J. Sakurai, **Modern Quantum Mechanics**, the Benjamin CPC 1985.
- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloë, **Quantum Mechanics**, Vol. II. John Wiley & Sons, New York, 1977.
- A. Galindo y P. Pascual, **Mecánica Cuántica**, Vol. II, Eudema Universidad, Madrid 1989.
- A. Galindo y P. Pascual, **Problemas de Mecánica Cuántica**, Eudema Universidad, Madrid 1989.
- H.A. Bethe and R.W. Jackiw, **Intermediate Quantum Mechanics**, W. A. Benjamin, 1968.
- J.J. Sakurai. **Advanced Quantum Mechanics**. Addison-Wesley P. C. 1967.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Landau y Lifshitz, **Mecánica Cuántica (Teoría No-Relativista)**, Editorial Reverté S.A., 1983.
- W. Greiner, **Quantum Mechanics-An Introduction**, Springer-Verlag 1994.
- W. Greiner and B. Müller, **Quantum Mechanics Symmetries**, Springer-Verlag, 1994.
- W. Greiner, **Relativistic Quantum Mechanics**, Springer-Verlag, 1997.
- F. J. Yndurain, **Mecánica Cuántica**, Alianza Editorial, 1988
- Marcelo Alonso-Henry Valk, **Mecánica Cuántica. Fundamentos y Aplicaciones**, (Edición a cargo de Jesús Martín Martín), Ediciones Universidad Salamanca 2009.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba final escrita.

### Criterios de evaluación

La evaluación tendrá en cuenta la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba final escrita.

Las actividades de evaluación continua supondrán el 30% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

<b>Instrumentos de evaluación</b>
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración y exposición de trabajos, ejercicios y problemas: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 30% de la nota total de la asignatura.</li></ul> Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## ELECTRÓNICA FÍSICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100836	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1er Cuatrimestre
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Tomás González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2103 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes, Miércoles y Jueves de 17:00 a 18:30 h		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/tomasg">http://web.usal.es/tomasg</a>		
E-mail	tomasg@usal.es	Teléfono	1304

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia que forma parte del módulo Electrónica Física, que a su vez está compuesto por tres asignaturas ("Instrumentación Electrónica", "Electrónica Física" y "Laboratorio de Electrónica").
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física en la que se desarrollan conceptos básicos acerca de Física de Materiales y Dispositivos Semiconductores basándose en conocimientos previos de Física del Estado Sólido. Las técnicas experimentales ligadas a esta materia configuran la asignatura "Laboratorio de Electrónica", que se imparte simultáneamente.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

### 3. Recomendaciones previas

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente:

- Física del Estado Sólido I
- Instrumentación Electrónica
- Electromagnetismo I
- Física Cuántica II
- Física Estadística

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente:

- Laboratorio de Electrónica

Asignaturas que continúan el temario:

- Electrónica de Comunicaciones
- Sistemas Electrónicos Digitales

### 4. Objetivos de la asignatura

- Familiarizarse con los materiales semiconductores de mayor utilización y conocer sus propiedades fundamentales.
- Conocer la dinámica semiclásica de partículas cargadas en un semiconductor y entender el papel de la masa efectiva.
- Identificar la influencia de la temperatura sobre las densidades de portadores en semiconductores intrínsecos y extrínsecos, y el papel que desempeña el nivel de Fermi en la descripción de tales densidades.
- Familiarizarse con los procesos de transporte de carga en un semiconductor fuera de equilibrio.
- Ser capaz de trazar diagramas de bandas de energía de diversas homo- y hetero-uniones.
- Ser capaz de resolver analíticamente problemas de transporte de carga en una dimensión bajo diferentes condiciones de polarización, generación-recombinación, y con diversas condiciones de contorno.
- Conocer la física y los comportamientos DC y AC de diodos PN, metal-semiconductor y MOS (Metal-Oxido-Semiconductor).
- Ser capaz de formular las ecuaciones de los modelos básicos que describen el funcionamiento en DC de los dos tipos básicos de transistores: bipolar y de efecto de campo (especialmente el transistor MOSFET).
- Familiarizarse con los circuitos equivalentes de los transistores y su manejo en circuitos analógicos básicos.
- Identificar los puntos críticos en el funcionamiento de transistores y otros dispositivos cuando sus dimensiones se reducen hasta la escala nanométrica.
- Conocer las propiedades ópticas de los semiconductores y cómo aprovecharlas para el diseño de dispositivos y aplicaciones.

### 5. Contenidos

#### TEÓRICOS

1. INTRODUCCIÓN A LA ELECTRONICA  
Evolución histórica de la Electrónica.  
Electrónica de vacío. Electrónica de estado sólido. Circuitos integrados.  
Circuitos analógicos y digitales.  
Aplicaciones de la Electrónica.

2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SEMICONDUCTORES  
Semiconductores simples y compuestos.  
Bandas de energía y dinámica de portadores.  
Semiconductores intrínsecos y extrínsecos.  
Densidades de portadores libres en equilibrio.  
Propiedades ópticas de los semiconductores.
3. FENÓMENOS DE TRANSPORTE DE CARGA EN SEMICONDUCTORES  
Corrientes de arrastre y difusión.  
Procesos de generación-recombinación.  
Ecuación de continuidad.  
Efecto Hall.
4. DIODOS  
Unión PN. Comportamiento estático y dinámico.  
Unión metal-semiconductor. Contactos óhmico y rectificador.
5. TRANSISTORES  
Transistor bipolar (BJT).  
Transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET).  
Comportamiento estático y dinámico.
6. DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS  
Dispositivos detectores de luz: fotodiodos, fototransistores.  
Células solares.  
Dispositivos emisores de luz: LED, diodo láser.
7. NANODISPOSITIVOS  
La nanoescala. Propiedades dependientes del tamaño. Nanoestructuras semiconductoras de baja dimensionalidad.  
Propiedades de transporte de nanoestructuras.  
Propiedades ópticas de nanoestructuras.

**PRÁCTICOS**

- Resolución de problemas referentes a todos los temas anteriores.
- Elaboración y exposición de problemas y trabajos, supervisados por el profesor, ligados a los temas anteriores.

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

- 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.

#### TIPO B (CG): Competencias Generales

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.

#### Tipo C (CE) : Competencias Específicas

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-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-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

## 7. Metodologías

### Clases magistrales de teoría

Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales, para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.

### Clases prácticas de resolución de problemas y seminarios

Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas modelo especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas. Asimismo se propondrán problemas adicionales para resolución individual de los estudiantes (tanto en el aula como fuera de ella), algunos de los cuales serán expuestos y discutidos en seminarios con grupos reducidos donde se fomentará la participación activa de los estudiantes.

### Tutorías

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones.

### Exposiciones y debates de trabajos

Los estudiantes habrán de realizar trabajos supervisados por el profesor sobre temas afines a la materia. Los trabajos serán defendidos en seminarios, fomentándose el debate y la discusión por parte de todos los estudiantes.

Interacción online

Se realizará mediante la plataforma Studium de la USAL. Se utilizará para la planificación, el intercambio de documentos y la interacción habitual con los estudiantes en el desarrollo de las actividades previamente descritas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		28		25	53
Prácticas	- En aula	14		25	39
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		8		5	13
Exposiciones y debates		4		10	14
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
<b>TOTAL</b>		<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

**9. Recursos**Libros de consulta para el alumno

*Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles (4rd Edition)*, D. A. Neamen, McGraw-Hill (2012).

*Elementos de Electrónica*, D. Pardo Collantes y L. A. Bailón Vega, Secretariado de Publicaciones - Universidad de Valladolid (2007).

*Fundamentos de Microelectrónica, Nanoelectrónica y Fotónica*, J. M. Albella Martín, J. M. Martínez-Duart y F. Agulló Rueda, Pearson (2005).

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

*Elementos de Electrónica. Manual de Problemas Resueltos*, D. Pardo Collantes y L. A. Bailón Vega, Secretariado de Publicaciones - Universidad de Valladolid (2007).

*Solid State Electronic Devices*, B. G. Streetman, Prentice Hall International (1995).

Se proporcionará material diverso relacionado con la asignatura a través de la plataforma Studium.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

El grado de adquisición de las competencias se valorará a través de los resultados de aprendizaje de carácter teórico y práctico obtenidos. Tal valoración se realizará mediante actividades de evaluación continua y una prueba escrita final.

**Criterios de evaluación**

Las actividades de evaluación continua supondrán el 50% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final el restante 50%. Para superar la asignatura será necesario alcanzar en la prueba escrita final al menos un 30% de la nota máxima de la misma.

**Instrumentos de evaluación**

Evaluación continua (50%):

- Pruebas presenciales escritas consistentes en cuestiones y problemas breves (25%).
- Resolución individual, exposición y discusión de ejercicios propuestos (15%).
- Elaboración y defensa (en grupo) de trabajos sobre temas afines a la materia (10%).

Prueba escrita final (50%):

- Examen escrito con dos partes de igual peso: una de teoría en forma de cuestiones y otra de problemas.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Se realizará una prueba escrita de recuperación que supondrá el 75% de la nota. El restante 25% corresponderá a la nota de la evaluación continua

## FISICA DE FLUIDOS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100837	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1er Cuatrimestre
Área	Física de la Tierra				
Departamento	Física General y de la Atmósfera				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Rivas Soriano	Grupo / s	
Departamento	Física General y de la Atmósfera		
Área	Física de la Tierra		
Centro	Facultad de Ciencias (Edificio Trilingüe)		
Despacho	Nº 18		
Horario de tutorías	Se fijarán de acuerdo con los horarios		
E-mail	ljrs@usal.es	Teléfono	923294436

**2. – Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Mecánica

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Asignatura obligatoria del grado en Física

Perfil profesional

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

**3. Recomendaciones previas**

ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Mecánica I y II
- Termodinámica I y II
- Análisis Matemático I y II
- Ecuaciones diferenciales

**4. Objetivos de la asignatura**

- 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.
- Ser capaz de resolver problemas en este contexto.

**5. Contenidos****CONTENIDO DE LA ASIGNATURA**

TEMA	SUBTEMA
Consideraciones previas	Sistema de ecuaciones de la física de fluidos: conservación de momento, masa y energía
Tema 1: Fluidos ideales: ecuación de Euler.	Ecuación del movimiento de un fluido ideal (Ecuación de Euler). Flujos de energía y momento. Estática de fluidos. Flujos estacionario e irrotacional. Flujo incompresible.
Tema 2: Ondas en fluidos ideales. Ondas de choque	Ondas de gravedad. Ondas de presión. Propagación de perturbaciones en un gas móvil. Superficies de discontinuidad. Ondas de choque

CONTENIDO DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
Tema 3: Fluidos viscosos: ecuación de Navier-Stokes	Tensor de esfuerzos viscosos. Ecuación del movimiento de un fluido viscoso. Ecuación de Navier-Stokes. Disipación de energía por viscosidad. Ley de similitud. Análisis de escala.
Tema 4: Inestabilidades hidrodinámicas.	Estabilidad e inestabilidad: conceptos básicos. Ejemplos de sistemas fluidos inestables. Desarrollo de la turbulencia.
Tema 5: Transferencia de calor: disipación y convección	Conducción de calor. Ecuación general de transferencia de calor. Casos particulares: flujos incompresibles y fluidos en equilibrio mecánico. Inestabilidad del equilibrio mecánico. Convección
Tema 6: Fenómenos de superficie.	Tensión superficial. Fórmula de Laplace. Equilibrio mecánico entre medios adyacentes. Capilaridad Superficies de separación entre medios en movimiento.

## 6. Competencias a adquirir

TIPO A (CB): Competencias Básicas
<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-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía</p>
TIPO B (CG): Competencias Generales
<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: Incrementar la <i>capacidad de organización y planificación</i> con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.</p> <p>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.</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>
TIPO C (CE): Competencias Específicas
<p>CE-1: Tener una buena comprensión de la Física de Fluidos, 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: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la Física de Fluidos, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por la relevancia dentro de la Física y sus aplicaciones</p>

- CE-3: Saber formular las relaciones funcionales y cuantitativas de la Física de Fluidos en lenguaje matemático y aplicar dichos conocimientos a la resolución explícita de problemas.
- CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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-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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Clase magistrales de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas
Seminarios	Como complemento a las clases de teoría y problemas los estudiantes podrán exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. En los seminarios se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones. En los seminarios también se podrán exponer los trabajos realizados por los alumnos.
Realización y exposición de Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en el desarrollo de cuestiones no tratadas en clase magistral y su posterior presentación al resto de los estudiantes y el profesor.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	22,5		17	39,5
Prácticas	- En aula	11	28,5	39,5
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	4,5			4,5
Exposiciones y debates	2,5			2,5
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Preparación de trabajos			11	11
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2,5		11	13.5
TOTAL	45		67,5	112,5

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Fluid Mechanics	L. Landau, E. Lifshitz	Pergamon Press, 1959	Oxford	Libro texto básico	AZ/PO/530 LAN cou
Fluid dynamics for physicists	T. Faber	Cambridge University Press, 2004	Cambridge	Libro texto básico	AZ/PO/531.5 FAB flu
Introducción a la dinámica de fluidos	G. Batchelor	Centro Publicaciones Ministerio Medio Ambiente, 1997	Madrid	Libro texto básico	AZ/PO/531.5 BAT int
Hydrodynamic stability	P. Drazin, W. Reid	Cambridge University Press, 1982	Cambridge	Texto complementario	AZ/531.32 DRA hyd
Computational fluid dynamics	T. Chung	Cambridge University Press, 2002	Cambridge	Texto complementario	AZ/PO/531.5 CHU com
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.					

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.
Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

Instrumentos de evaluación
<p>Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• CLASES, SEMINARIOS Y TUTORIAS: Se valorará la asistencia a las clases y a las tutorías y la participación activa en los seminarios. Serán un 10% de la nota total de la asignatura.</li><li>• ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS Y DEMÁS EJERCICIOS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos. Serán un 20% de la nota total de la asignatura.</li></ul> <p>PRUEBA ESCRITA: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.</p>
°Recomendaciones para la evaluación.
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación.
Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## FÍSICA COMPUTACIONAL

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100838	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	Obligatorio	Curso	4.º	Periodicidad	1.º cuatrimestre
Áreas	Electromagnetismo / Electrónica / Física Aplicada/Física Atómica Molecular y Nuclear				
Departamento	Física Aplicada y Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Jesús Enrique Velázquez Pérez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2106 (Edificio Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes a miércoles de 17,00 a 19,00		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	js@usal.es	Teléfono	923294400 ext. 1304

Profesor	Luis López Díaz	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3308 (Edificio Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes a miércoles de 17,00 a 19,00		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	lld@usal.es	Teléfono	923294400 ext. 1301

Profesor	Antonio González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3318 (Edificio Trilingüe)		

Horario de tutorías	Lunes a miércoles de 17,00 a 19,00		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	ags@usal.es	Teléfono	923294400 ext. 1311
Profesor	David Rodríguez Entem	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Casas del Parque 1, numero P1115		
Horario de tutorías	Lunes a Miércoles de 11:30 a 13:30		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>		
E-mail	entem@usal.es	Teléfono	923-294434

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
La asignatura forma parte del módulo "Técnicas Informáticas y Métodos Numéricos en Física" que está constituido por un total de 3 asignaturas: Técnicas informáticas en Física, Métodos Numéricos y Física Computacional.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
La asignatura pertenece a un módulo de formación básica, representando una continuación de lo estudiado en la asignatura Métodos Numéricos en Física teniendo un carácter más aplicado que ésta y en ella los estudiantes aprenden a: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.</li> <li>· Usar conceptos de análisis numérico de aplicación en física computacional.</li> <li>· Desarrollar la capacidad de modelizar un problema físico e implementar el modelo en el ordenador.</li> </ul> Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas bajo estudio, su coste operativo y la presencia de errores numéricos y problemas de estabilidad del código en tiempo de ejecución.
Perfil profesional
Al ser una asignatura de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

Se recomienda haber cursado y superado las otras asignaturas del módulo y las asignaturas básicas que constituyen el cuerpo central de la Física, así como de Métodos Numéricos.

## 4. Objetivos de la asignatura

– Aprender a implementar códigos fuente que resuelvan numéricamente problemas físicos básicos mediante programación numérica en lenguaje Fortran 95 y, opcionalmente, entorno de desarrollo Eclipse.

- Adquirir experiencia en el uso de herramientas de cálculo simbólico (Mathematica™) para resolver problemas en Física.
- Aprender a aplicar métodos numéricos para la resolución de ecuaciones en derivadas parciales que describen fenómenos físicos.
- Aprender e implementar métodos de simulación en Física
- Desarrollar la capacidad de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.

## 5. Contenidos

### Contenidos Teóricos

#### TEMA 1.- Problemas de valores propios

- Autovalores de una matriz.
- Diagonalización de una matriz.
- Implementaciones prácticas.
- Librería LAPACK.

#### TEMA 2.- Ecuaciones en derivadas parciales

- Tipos de ecuaciones.
- Métodos numéricos de resolución.
- Ecuaciones de tipo elíptico: Ecuaciones de Laplace y Poisson.
- Ecuaciones de tipo hiperbólico: Ecuación de ondas.
- Ecuaciones de tipo parabólico: Ecuación de difusión.
- Implementaciones prácticas.

#### TEMA 3.- Métodos de simulación en Física

- Generación de números aleatorios y de funciones de distribución aleatorias.
- Métodos estocásticos. Integrales multidimensionales.
- Métodos de Monte Carlo.
- Dinámica molecular.
- Implementación de un código fuente de simulación de un problema físico.

#### TEMA 4. Modelización de datos y técnicas de Fourier

- Técnicas estadísticas básicas. Estadística Inferencial.
- Modelización de datos.
- Transformada de Fourier: Algoritmos DFT y FFT.
- Implementaciones prácticas.

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias básicas

CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.

### TIPO B (CG): Competencias generales

CG2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.

CG4: 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.

CG5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

#### TIPO C (CE): Competencias específicas

CE3: 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.

CE5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

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.

### 7. Metodologías

Metodología	Descripción
Clases magistrales de teoría	Exposición, por parte del profesor, del contenido teórico de la asignatura
Clases prácticas	Los estudiantes aplicarán los métodos expuestos en teoría a la resolución de problemas concretos, incluyendo casos de interés en Física.

### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES	
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.			
Sesiones magistrales	23		10	33	
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	30		25	55
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías	2			2	
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos			16,25	16,25	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes	3,25		5	8,25	
TOTAL	58,25		56,25	114,5	

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- *Computational physics*. J. M. Thijssen. Cambridge University Press, 1999. ISBN: 0521573041.
- *Computational Physics*. N. J. Giordano, H. Nakanishi. Prentice Hall, 2005. ISBN: 0131469908.
- *Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico*. D. Kincaid, V. Cheney. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN: 0201601303.
- *Computational Physics: Problem solving with computers*. R. H. Landau, M.J. Paez, C. C. Bordeianu. John Wiley VCH, 2007. ISBN: 9783527406265.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery. Cambridge University Press, 2007. ISBN: 0521880688.
- <http://www.netlib.org>

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación pretende medir el grado de adquisición de las competencias propias de la asignatura, las cuales aparecen reflejadas en el apartado 6. Dicha evaluación se basará primeramente en la realización de diversos ejercicios por parte de los alumnos. La resolución de dichos ejercicios requerirá el desarrollo de un código fuente que haga uso de las técnicas numéricas explicadas en las sesiones teóricas. Esta fase de evaluación continua se extenderá durante el periodo de impartición de la asignatura.

Finalmente se realizará una prueba final que tendrá un peso igual (50%) al de la evaluación continua. La nota final resultará de la agregar las de la prueba final (computada sobre 5 puntos) y de la evaluación continua (computada sobre 5 puntos).

Para que la evaluación de la asignatura pueda considerarse superada la nota alcanzada en la prueba final debe ser de como mínimo de 2 puntos sobre 5. Todo ello sin perjuicio de la necesidad de alcanzar una nota final agregada de 5 sobre 10 para que la asignatura se pueda considerar aprobada.

## Criterios de evaluación

Se valorará el grado de comprensión de las distintas técnicas numéricas, su correcta implementación en las aplicaciones desarrolladas, la claridad y versatilidad del código fuente y la precisión en los resultados obtenidos.

## Instrumentos de evaluación

En cada uno de los temas (ver apartado 5-Contenidos) se propondrá la realización de varios ejercicios basados en las técnicas numéricas desarrolladas en las sesiones teóricas y prácticas, fijando un plazo límite para dicha realización. Habrá, por lo tanto, cuatro entregas de material. Los estudiantes entregarán en cada una de ellas: una descripción del contenido de los códigos fuente (parámetros, descripción de la entrada y salida, etc.) y los códigos fuente. El profesorado puede citar a los alumnos para resolver dudas sobre el material entregado.

La prueba final consistirá en la resolución de un problema propuesto, con un tiempo limitado para su resolución por parte del estudiante, y cuyos resultados, código y análisis serán presentados y defendidos en una prueba presencial.

## Recomendaciones para la evaluación.

La recuperación de la prueba final se hará en las mismas condiciones, arriba descritas, que en la primera convocatoria. No existe recuperación (ni mejora) para la calificación obtenida en la evaluación continua.

**Recomendaciones para la recuperación.**

La recuperación estará basada en la resolución de los ejercicios propuestos en cada uno de los cuatro temas en los que no se alcanzó la nota de corte (30% de la asignada a cada ejercicio en cada tema). La recuperación de la prueba final se hará en las mismas condiciones, arriba descritas, que en la primera convocatoria.

## LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100839	Plan	2009	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1º cuatrimestre
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

Profesor Coordinador	Javier Mateos López	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2104 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles de 16:30 a 19:30 h		
URL Web			
E-mail	javierm@usal.es	Teléfono	Ext. 1304

Profesor	María Jesús Martín Martínez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2317 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Miércoles, Jueves y Viernes de 10:00 a 11:00 h Martes y Jueves de 11:00 a 12:00 h		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/mjmm">http://web.usal.es/mjmm</a>		
E-mail	mjmm@usal.es	Teléfono	Ext. 1304

Profesor	Tomás González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		

Despacho	T2103 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Martes y miércoles de 17 a 18:30 h		
URL Web	<a href="http://web-usal.es/tomasg">http://web-usal.es/tomasg</a>		
E-mail	<a href="mailto:tomasg@usal.es">tomasg@usal.es</a>	Teléfono	Ext. 1304

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

### Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia que forma parte del módulo Electrónica Física, que a su vez está compuesto por tres asignaturas ("Instrumentación Electrónica", "Electrónica Física" y "Laboratorio de Electrónica")

### Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Es una asignatura obligatoria dentro del Grado en Física en la que se desarrollan las técnicas experimentales correspondientes a la materia "Electrónica Física", que se imparte en paralelo. La asignatura permite que los estudiantes adquieran habilidades prácticas tales como la medida de parámetros físicos y eléctricos de materiales y dispositivos semiconductores, cuyas bases teóricas son expuestas en "Electrónica Física", así como su combinación para construir circuitos con diversas aplicaciones.

### Perfil profesional.

Al ser una asignatura obligatoria, es fundamental en cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente:

- Física del Estado Sólido I
- Instrumentación Electrónica
- Electromagnetismo I
- Física Cuántica II
- Física Estadística

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente:

- Electrónica Física

Asignaturas que continúan el temario:

- Electrónica de Comunicaciones
- Sistemas Electrónicos Digitales

## 4. Objetivos de la asignatura

- Determinar el valor del Gap de un semiconductor intrínseco a partir de la variación de su conductividad con la temperatura.
- Visualizar los procesos de arrastre y difusión de un paquete de portadores generados ópticamente en un semiconductor.
- Determinar la vida media de los portadores en una unión PN
- Medir la dependencia de la capacidad de uniones PN y Metal-Óxido-Semiconductor con la tensión aplicada entre sus extremos

- Verificar las características I-V de uniones PN y transistores bipolares y construir con ellos circuitos rectificadores y amplificadores.
- Determinar las propiedades de diferentes LEDs y utilizar fotodetectores para realizar circuitos electro-ópticos.
- Analizar el comportamiento circuitos amplificadores
- Ser capaz de montar en el laboratorio circuitos lógicos discretos e integrados.
- Familiarizarse con la simulación PSPICE de los circuitos montados en el laboratorio.

## 5. Contenidos

Se realizarán prácticas en las que se determinan los parámetros físicos y eléctricos de:

- 1.- Materiales semiconductores: Anchura del gap, movilidad de los electrones mediante el experimento de Haynes-Shockley, vida media de portadores minoritarios en uniones PN, capacidad de una unión PN y capacidad de una unión MOS
- 2.- Dispositivos electrónicos semiconductores y su combinación para la realización de circuitos: Características I-V de uniones PN y transistores bipolares. Circuitos rectificadores y reguladores. Circuitos analógicos con BJT. Conmutación de transistores. Puertas lógicas y circuitos digitales. Dispositivos optoelectrónicos: LEDs y conmutadores ópticos.
- 3.- Simulación con PSPICE de los circuitos montados en el laboratorio y análisis de pequeña señal

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

- 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.

### TIPO B (CG): Competencias Generales

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

### Tipo C (CE) : Competencias Específicas

- CE-4: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes 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.

## 7. Metodologías

### Clases magistrales de teoría

Se expondrán las bases teóricas necesarias para la realización de las experiencias prácticas.

### Prácticas de Laboratorio

Previamente a la realización de las prácticas se proporcionarán los guiones en los que se explican sus objetivos y se detalla el proceso a seguir en cada una de ellas. Las prácticas de laboratorio combinarán el manejo de los dispositivos y la instrumentación del laboratorio con la simulación por ordenador (PSPICE) de los circuitos realizados.

### Tutorías

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la realización de las prácticas y la elaboración de sus informes.

### Interacción online

Se realizará mediante la plataforma Studium de la USAL. Se utilizará para proporcionar los guiones de las prácticas y la interacción habitual con los estudiantes para el desarrollo de las actividades previamente descritas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	4		8	12
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	27	18	45
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates				
Tutorías	3			3
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		11	15
TOTAL	38		37	75

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- *Elementos de Electrónica*, D. Pardo Collantes y L. A. Bailón Vega, Secretariado de Publicaciones - Universidad de Valladolid (2007).
- *Semiconductor Physics and Devices*, D. A. Neamen, Irwin (1992).
- *MicroSim PSpice and circuit analysis*, John L. Keown, Prentice Hall (1998).

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- *Solid State Electronic Devices*, B. G. Streetman, Prentice Hall International (1995).

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la asignatura se realizará principalmente a partir de los informes que el estudiante deberá presentar por escrito sobre cada práctica (que necesariamente incluirán los resultados obtenidos en las medidas, los procedimientos de ejecución de las mismas y un análisis de errores), complementada con la evaluación continua del rendimiento en el laboratorio y una prueba práctica final.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán el 100% de la nota total de la asignatura (incluyendo una prueba práctica final, con un peso del 40%).

### Instrumentos de evaluación

Evaluación continua (100%):

- Rendimiento en el laboratorio (20%).
- Elaboración de informes sobre las prácticas realizadas (40%).

Prueba práctica final (40%):

- Examen práctico en el que se reproducirá y analizará un montaje similar a los realizados en el laboratorio.

### Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura es necesaria la realización presencial de las prácticas de laboratorio.

### Recomendaciones para la recuperación.

Sólo será recuperable la prueba práctica final (con idéntico peso al de la evaluación ordinaria). No se contempla la recuperación del resto de la evaluación continua, cuya nota se mantendrá.

## CUARTO CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100840	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Jesús Enrique Velázquez Pérez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2106 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes, Miércoles y Jueves de 16:30 a 18:00 h		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>		
E-mail	js@usal.es	Teléfono	1304

Profesor Coordinador	María Jesús Martín Martínez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2317 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes y Jueves de 11:00 a 12:30 h y de 16:30 a 18:00 h		
URL Web	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>		
E-mail	mjmm@usal.es	Teléfono	1304

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

## Bloque formativo al que pertenece la materia

La asignatura forma parte del módulo optativo "Física de Comunicaciones" que está constituido por un total de 3 asignaturas: Electrónica de Comunicaciones, Sistemas Electrónicos Digitales, Radiación y Propagación Electromagnéticas, Ondas Electromagnéticas Guiadas y Fotónica que se imparten en el segundo cuatrimestre del cuarto curso del grado.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

La asignatura pertenece a un módulo de formación de carácter optativo dirigido a formar al estudiante en las bases físicas sobre las que reposan los sistemas de telecomunicaciones modernos. El bloque tiene, por tanto, una orientación eminentemente aplicada hacia las tecnologías TIC. Dentro de la asignatura se estudian las bases de las comunicaciones analógicas y digitales y los circuitos que permiten realizar cada uno de los bloques básicos en un sistema de comunicaciones.

Perfil profesional.

Dado el carácter aplicado de la asignatura preparará o capacitará para:

- Desempeño de la docencia relacionada tanto en enseñanza media como superior en el ámbito público y privado.
- Actividades de investigación y desarrollo en Comunicaciones, Electrónica, etc..
- Seguir estudios superiores –Máster- orientados a Telecomunicaciones y Microelectrónica.

### 3. Recomendaciones previas

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

Se recomienda haber cursado y superado las asignaturas del módulo Electrónica Física.

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

Sistemas Electrónicos Digitales, Radiación y Propagación Electromagnética, Ondas Electromagnéticas Guiadas y Fotónica.

### 4. Objetivos de la asignatura

Además de los detallados más abajo, se busca que el estudiante sea capaz de entender el problema de las comunicaciones como un sistema global que integra los conceptos básicos de Electrónica de Comunicaciones y los del resto de asignaturas del módulo (propagación, antenas, optoelectrónica, etc.).

Los objetivos/competencias específicas son:

- 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.

### 5. Contenidos

**TEÓRICOS**

#### 1. AMPLIFICADORES

Modelización y comportamiento en DC y AC de transistores.

Propiedades básicas de un amplificador.

Ejemplos de circuitos amplificadores.

Respuesta en frecuencia de un amplificador.

Realimentación negativa.

2. CIRCUITOS GENERADORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL.  
Realimentación positiva y criterio de Barkhausen.  
Osciladores sinusoidales y de onda rectangular.  
Generación y regeneración de pulsos.  
Circuitos acondicionadores de forma de onda.  
Conversores analógico-digitales.
3. FILTROS.  
Tipos de filtros continuos en el tiempo y su especificación.  
Implementación matemática: Diseño de filtros.  
Implementación física de filtros: Secciones de primer y segundo orden.  
Amplificadores sintonizados.
4. MODULADORES Y DEMODULADORES.  
Puertas analógicas. Moduladores.  
Rectificadores de de precisión.  
PLLs.
5. COMUNICACIÓN Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES.  
Análisis de señales y ruido.  
Comunicación analógica.  
Transmisión digital.  
Comunicación digital.  
Ejemplos de sistemas comerciales.

**PRÁCTICOS**

- Resolución de problemas referentes a todos los temas anteriores.
- Elaboración y exposición de problemas y trabajos, supervisados por el profesor, ligados a los temas anteriores.
- Prácticas en aula de informática de simulación de circuitos y sistemas.
- Prácticas en laboratorio.

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

- 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.

TIPO B (CG): Competencias Generales
<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: Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>CG-5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.</p>
Tipo C (CE) : Competencias Específicas
<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: 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, permitiendo por lo tanto el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.</p> <p>CE-5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.</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 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.</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> <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>

## 7. Metodologías

### Clases magistrales de teoría

Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales, para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.

### Prácticas y seminarios

Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas y de trabajo en el laboratorio/aula de informática. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas. Asimismo se propondrán problemas adicionales para resolución individual de los estudiantes.

El trabajo en el laboratorio/aula de informática será eminentemente individual y se buscará la autonomía del estudiante en la gestión de su trabajo a lo largo del ciclo de vida de pequeños proyectos que incluirán simulaciones, montaje de circuitos y medida.

#### Tutorías

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas.

#### Exposiciones y debates de trabajos

El estudiante deberá elaborar informes técnicos por escrito de su trabajo práctico. También deberá presentar públicamente la resolución de alguno de los problemas adicionales. Estas actividades conformarán una parte esencial en la evaluación de la asignatura.

#### Interacción online

Se realizará mediante la plataforma Studium de la USAL. Se utilizará para la planificación, el intercambio de documentos y la interacción habitual con los estudiantes para el desarrollo de las actividades previamente descritas.

### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		30		45	75
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	8			8
	- En aula de informática	4		10	12
	- De campo				
	- De visualización (vísu)				
Seminarios		17		15	32
Exposiciones y debates		1			1
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		5	8
TOTAL		62		90	152

### 9. Recursos

#### Libros de consulta para el alumno

- *Sistemas de comunicaciones electrónicas*, W. Tomasi, Pearson Educación (2003).
- *Modern Digital and Analog Communication Systems*, B.P. Lathi y Z. Ding, Oxford University Press (2009).
- *Analog Integrated Circuits for Communication: Principles, Simulation and Design*, D. O. Pederson y K. Mayaram, Springer (2010).
- *Microelectronic Circuits: International Edition*, A.S. Sedra y K.C. Smith, Oxford University Press (2010).

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- *Orcad Pspice for Windows: Devices, Circuits, and Operational Amplifiers Volume II*, R. W. Goody, Prentice Hall (2000).
- *Orcad Pspice for Windows: Vol III: Digital and Data Communications*, R. W. Goody, Prentice Hall (2000).

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

El grado de adquisición de las competencias se valorará a través de los resultados de aprendizaje de carácter teórico y práctico obtenidos. Se realizará mediante actividades de evaluación continua (consistente en los informes y los problemas resueltos individualmente arriba citados) y una prueba escrita final.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán un 40% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final un 60%. Para superar la asignatura será necesario alcanzar en la prueba escrita al menos un 30% de la nota máxima de la misma.

### Instrumentos de evaluación

Evaluación continua individual (40%):

- Resolución individual y exposición de ejercicios propuestos (25%).
- Informes sobre los proyectos cortos y preguntas sobre los mismos (15%).

Prueba escrita final (60%):

- Examen escrito con dos partes de igual peso: una de teoría en forma de cuestiones cortas y otra de problemas.

### Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la evaluación ordinaria. No se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la evaluación continua, cuya nota se mantendrá.

Estas condiciones para la recuperación quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

## FÍSICA DE PARTÍCULAS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100841	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º Cuatrimestre
Área	FÍSICA ATÓMICA MOLECULAR Y NUCLEAR				
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">Http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Francisco Fernández González	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P1120		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 16:00 a 18:00 horas		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:fdz@usal.es">fdz@usal.es</a>	Teléfono	923 294798

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Física Nuclear y de Partículas

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Asignatura optativa, diseñada para que los alumnos profundicen sus conocimientos en el ámbito de la Física de Partículas.

Perfil profesional.

Docencia e investigación.

### 3. Recomendaciones previas

Los alumnos deben haber cursado con éxito las asignaturas troncales de :

- 1.- Física Cuántica I y II (3 curso, 1 y 2 semestres )
- 2.- Física Nuclear y de Partículas (4 curso, 1 semestre)
- 3.- Mecánica Cuántica (4 curso, 1 semestre)

### 4. Objetivos de la asignatura

Los objetivos globales de la asignatura son los siguientes:

- 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.
- Entender el concepto de simetría interna y su importancia en la física de partículas.
- Entender el esquema de clasificación de la materia hadrónica.
- Conocer el modelo estándar electro-débil.
- Adquirir las habilidades necesarias para describir reacciones entre partículas fundamentales.
- Conocer la interrelación entre la física de partículas y la astrofísica y la cosmología.

### 5. Contenidos

1. Introducción a la Física de Partículas: Interacciones fundamentales y familias de partículas y cinemática relativista.
2. Colisiones elásticas e inelásticas de dos partículas.
3. Simetrías espacio-temporales
4. Simetrías internas: SU(2) de isospín
5. Simetría SU(3): Modelo quark
6. Ecuación de Dirac
7. Electrodinámica de fermiones
8. Scattering elástico lepton-protón, factores de forma

9. Scattering altamente inelástico leptón-protón. Funciones de estructura
10. Partones y QCD
11. Interacción débil
12. Unificación: el modelo estándar.
13. Partículas, astrofísica y cosmología

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas:

- 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.

### TIPO B (CG): Competencias Generales:

- 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.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas.

- 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 órdenes 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.

## 7. Metodologías

1. Clases de contenido fundamentalmente teórico impartidas mediante clase magistral. Asistidas por el uso de las TIC .
2. Clases de aplicación de la teoría mediante técnicas de aprendizaje basado en problemas, en que se resuelven fundamentalmente problemas.
3. Exposiciones de los problemas propuestos por parte de los alumnos.
4. Trabajo personal y de estudio.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	30		30	60
Clases prácticas	15		20	35
Seminarios				
Exposiciones y debates	12		15	27
Tutorías				
Actividades no presenciales				

Preparación de trabajos			25	25
Otras actividades				
Exámenes	3			3
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- 1.- Quarks & Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics. F. Halzen y A.D. Martin. John Wiley & Sons, 1984.
- 2.- Introduction to High Energy Physics. D.H. Perkins. Addison- Wesley Publishing Company, 1987.
- 3.- Física de Partículas y Astropartículas. A. Ferrer Soria y E. Ros Martínez. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2005.
- 4.- Relativistic Quantum Mechanics. J.D. Bjorken y S. Drell. McGraw-Hill Publishing Company 1964.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

### Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final. Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 35% de la nota máxima de la prueba.

### Instrumentos de evaluación

#### Evaluación continua:

- ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE PROBLEMAS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos: serán un 30% de la nota total de la asignatura.

#### Prueba escrita:

- PRUEBA ESCRITA: Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará un examen escrito. Será el 70% de la nota total de la asignatura. La calificación obtenida en esta prueba debe superar el 35% de la nota máxima de la misma.

Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## METEOROLOGÍA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100842	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Física de la Tierra				
Departamento	FISICA GENERAL Y DE LA ATMÓSFERA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:				

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	CLEMENTE TOMÁS SANCHEZ	Grupo / s	
Departamento	Física General y de la Atmósfera		
Área	Física de la Tierra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 21 Edificio Trilingüe		
Horario de tutorías	Se fijará de acuerdo con los horarios definitivos del curso		
URL Web			
E-mail	cts50@usal.es	Teléfono	923 294500 (1321)

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

## Bloque formativo al que pertenece la materia

La Meteorología pertenece al grupo de asignaturas optativas y se trata de una asignatura de 6 créditos ECTS, en la que se contemplan unos contenidos generales que puedan servir de base a los alumnos que la cursan para la preparación de oposiciones y otras actividades relacionadas con el mundo de la Meteorología.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.**

Como se ha indicado en el apartado anterior, esta materia pretende dar una formación general dentro del campo de las ciencias de la atmósfera ya que en ella se contemplan aspectos generales de la física atmosférica tales como, la termodinámica de la atmósfera, la radiación solar y los balances radiativos, la frontogénesis y la frontolisis, la dinámica de la atmósfera y la circulación general así como todo lo relacionado con la formación de nubes y meteoros. Todo ello, permitirá al estudiante tener una visión general de algunos contenidos de la física de la atmósfera y más en particular de la Meteorología.

**Perfil profesional.**

La asignatura por su carácter general dentro del campo de la física atmosférica, proporciona una base sólida que puede servir tanto para la preparación de oposiciones en el campo de la Meteorología así como para otras muchas actividades relacionadas con ella.

**3. Recomendaciones previas**

Ninguna

**4. Objetivos de la asignatura**

Se trata de proporcionar al estudiante los conocimientos básicos de la meteorología que lo capaciten para desarrollar cualquier actividad relacionada con ella. Para ello se combinan adecuadamente los temas teóricos con algunos conocimientos prácticos que permitan abordar ese amplio espectro de temas relacionados con la Meteorología.

**5. Contenidos**

- Introducción
- La atmósfera terrestre: Composición. Capas atmosféricas. Distribución de la temperatura.
- Análisis de variables meteorológicas fundamentales: presión atmosférica, su variación espacio-temporal. Medida de la presión atmosférica, barómetros. Atmósfera tipo o estándar. Nociones de altimetría. El geopotencial y su medida. Temperatura y su medida.
- Flujos de radiación en el sistema Tierra-atmósfera: Distribución de la radiación solar. Flujos radiativos. Balances radiativos
- Introducción a la termodinámica de la atmósfera: Aire seco. Transformaciones adiabáticas en la atmósfera. Temperatura potencial. Aire húmedo. Índices de humedad. Nociones sobre estabilidad de estratificación. Diagramas. Temperaturas. Temperaturas virtual y equivalente. Procesos adiabáticos en el aire saturado.
- Génesis y evolución de las masas de aire y frentes.
- Introducción a la dinámica de la atmósfera: Nociones sobre viento geostrofico, viento del gradiente y viento térmico. Otros tipos de vientos y brisas. Atmósferas barotrópica y baroclina. Introducción a la circulación general de la atmósfera (CGA)
- Proceso de formación de nubes y precipitación: Formación y clasificación de nubes. Meteoros.

**6. Competencias a adquirir****Básicas y Generales:**

**CB1:** 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.

**CB2:** 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

- CB3: 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.
- CB4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.
- CG1: 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
- CG2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado
- CG3: 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.
- CG4: 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.
- CG5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

#### Específicas.

- CE1: 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.
- CE2: 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.
- CE3: 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.
- CE4: 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.
- CE5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados
- CE6: 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.
- CE7: 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.
- CE8: 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.
- CE10: 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.

#### Transversales.

### 7. Metodologías

Esta materia se desarrollará de forma coordinada con otra materia afín impartida por este Departamento, que es la Física del Clima, con el objeto de conseguir proporcionar entre ambas una formación básica de utilidad sobre los campos de la Meteorología y la Climatología y dotar a los estudiante de unos conocimientos que les permitan tener un criterio bien fundado sobre los diferentes temas de la vida diaria relacionados con el tiempo y el clima.

La metodología a seguir incluye:

**Clases magistrales:** Donde se explicará el contenido teórico de la asignatura

**Clases prácticas:** En ellas se enseñará al alumno los aspectos prácticos más relevantes relacionados con la meteorología: confección de mapas, diagramas termodinámicos atmosféricos y algunas medidas de interés meteorológico básico.

Como complemento, y en la línea de conseguir los objetivos propuestos el profesor propondrá a lo largo del curso **la realización de trabajos personales** relacionados con la materia, tutelados por el propio profesor. Se aprovecharán los seminarios para establecer una mejor interacción con los alumnos.

El volumen y la medida de todas estas actividades estarán condicionados a las disponibilidades de medios y de tiempo, una vez que se establezcan los horarios definitivos de la asignatura.

No se descarta, que determinados trabajos **puedan ser expuestos, ante el profesor y el resto de los alumnos**, para ejercitarles en la preparación y exposición de resultados.

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales				
Prácticas	- En aula	30	35	65
	- En el laboratorio	6	14	20
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	5		8	13
Exposiciones y debates	5		8	13
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	9		15	24
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		10	13
TOTAL	60		90	150

#### 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno

EICHEMBERGER, W. (1992): *Meteorología para aviadores*. 4ª Edic. Paraninfo

HOLTON, J.R.(1990): *Introducción a la Meteorología Dinámica*. 2ª Edic. Publicación del I.N.M. Ministerio de Transportes Turismo y Comunicaciones.

<p>IRIBARNE J.V. y GODSON,W.L. (1996): <i>Termodinámica de la Atmósfera</i>. Publicación B-36. Dirección General del I.N.M. Ministerio de Medio Ambiente.</p> <p>JANSA GUARDIOLA,J.M. 1985 <i>Tratado de Meteorología Teórica</i>. 2 tomos. I.N.M. Ministerio de Transportes Turismo y Comunicaciones.</p> <p>LEDESMA M. y BALERIOLA, G. (1992):<i>Meteorología aplicada a la aviación</i>. 7ª Edic. Paraninfo</p> <p>LEDESMA, M. (2011): <i>Principios de Meteorología y Climatología</i>. Paraninfo</p> <p>RESTALLACK, B.J.(1991). <i>Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la clase IV</i>. Vol. II: Meteorología Publicación OMM-226.</p>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Se indicarán de forma concreta y específica durante el desarrollo del curso.

## 10. Evaluación

<p><b>Consideraciones Generales</b></p> <p>La evaluación de los alumnos se realizará de forma continua, considerando todas las actividades que se desarrollan. El proceso de evaluación culminará con una prueba final, en la que el alumno deberá demostrar los conocimientos y competencias adquiridos a lo largo del curso.</p>
<p><b>Criterios de evaluación</b></p> <p>Las pruebas que conforman la evaluación global del estudiante, de cara a evaluar las competencias previstas, se realizarán con el siguiente peso.</p> <p><b>Evaluación continua 20%</b>  <b>Evaluación de prácticas 20%</b>  <b>Evaluación final 60%</b></p> <p>El alumno deberá superar el 40% en cada una de estas formas de evaluación para conseguir que se le realice la evaluación global</p>
<p><b>Instrumentos de evaluación</b></p> <p><b>Actividades de evaluación continua.</b> Para estas evaluaciones se considerarán los ejercicios que se planteen a lo largo del curso (incluidos los problemas), los trabajos a desarrollar, las búsquedas bibliográficas, las <i>posibles exposiciones orales</i> y cuantas otras pruebas se planteen en este contexto, de las que se informará con suficiente antelación para que el alumno puede planificar adecuadamente sus actividades.</p> <p><b>Prácticas de laboratorio:</b> Consientes del interés de las enseñanzas prácticas, se plantean éstas como obligatorias para superar la asignatura. En la evaluación de esta actividad se tendrán en cuenta, la disposición del alumno (forma de trabajar, disciplina de trabajo, etc.) y finalmente la memoria de prácticas.</p> <p><b>Evaluación final:</b> Constará básicamente de un examen, que se realizará en las fechas previstas en la planificación docente, en la que el alumno deberá demostrar los conocimientos y competencias adquiridas durante el curso.</p>
<p><b>Recomendaciones para la evaluación.</b></p> <p>Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia, se recomienda una asistencia y participación activa en todas y cada una de las actividades programadas y el uso de las tutorías, especialmente las referidas a la revisión de los trabajos propuestos.</p> <p>Se utilizará la plataforma virtual STUDIUM en la que no solo se podrán establecer criterios y orientaciones en relación con las actividades del curso, sino que podrá utilizarse en determinados casos como vía de consulta.</p>
<p><b>Recomendaciones para la recuperación.</b></p> <p>Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la nota de la prueba de evaluación final.</p>

## FÍSICA DE CONVERTIDORES ENERGÉTICOS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100843	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	https://moodle.usal.es			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Antonio Calvo Hernández	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3313		
Horario de tutorías	Lunes y Martes de 17 a 18 h		
URL Web			
E-mail	anca@usal.es	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311
Profesor Coordinador	Alejandro Medina Domínguez	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	ETSII Béjar		
Despacho	T3319 (edif. Trilingüe)		
Horario de tutorías	Martes de 17 a 19 h		
URL Web			
E-mail	amd385@usal.es	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311
Profesor Coordinador	José Miguel Mateos Roco	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3319		

Horario de tutorías	Lunes y Martes de 18 a 19 h		
URL Web			
E-mail	roco@usal.es	Teléfono	923 294436 Ext.: 1311

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Termodinámica y Física Estadística que a su vez está compuesto por 6 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Es una asignatura Optativa dentro del Grado en Física

Perfil profesional.

Asignatura optativa relacionada con cualquier perfil en el ámbito de los procesos de convertidores energéticos, tanto desde el punto de vista más formal de la Termodinámica como desde el más aplicado de la Ingeniería.

## 3. Recomendaciones previas

ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

Termodinámica I, Termodinámica II, Física Estadística.

## 4. Objetivos de la asignatura

Indíquense los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar.

- Aplicar los principios de la termodinámica a diferentes procesos de conversión energética, tanto isoterms como no isoterms.
- Comprender el carácter unificado de diferentes procesos de conversión dentro del ámbito de la Termodinámica.
- Comprender la importancia de los análisis de irreversibilidades en los procesos energéticos
- Utilizar el formalismo termodinámico para minimizar las irreversibilidades.
- Utilizar el formalismo termodinámico para plantear y analizar procesos óptimos en el ámbito de la conversión energética.

## 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
1. Primer y Segundo Principios de la Termodinámica para volúmenes de control	Análisis energético Análisis entrópico
2. Ciclos de potencia de gas	Motores alternativos de combustión interna: - Tipo Otto - Tipo Diesel Ciclos de gas tipo Brayton

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
3. Ciclos de potencia de vapor	Ciclos de vapor tipo Rankine. Ciclos combinados
4. Ciclos frigoríficos y bombas de calor	Compresión de vapor Ciclos de gas Refrigeración por absorción
5. Otros convertidores	Conversión fototérmica Conversión fotovoltaica Convertidores bioquímicos

## 6. Competencias a adquirir

### TIPO A (CB): Competencias Básicas

- CB2. Saber aplicar los conocimientos termodinámicos 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 de la Termodinámica.
- CB3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro de la Termodinámica, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito de la Termodinámica a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Termodinámica con un alto grado de autonomía.

### TIPO B (CG): Competencias Generales.

- CG1. 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.
- CG2. Incrementar la capacidad de organización y planificación con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
- CG3. 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.
- CG4. 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.
- CG5. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

### TIPO C (CE): Competencias Específicas

- CE1. Tener una buena comprensión de diferentes procesos de conversión de la energía mediante un desarrollo unificado.
- CE2. Haberse familiarizado con los aspectos más importantes de la Termodinámica, no sólo a través de su importancia intrínseca, sino por su relevancia en el ámbito de la energía y en los procesos de transformación de ésta.
- CE4. Ser capaz de desarrollar una clara percepción unificadora de situaciones aparentemente diferentes, permitiendo por lo tanto el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.

CE7. 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.
CE7. Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar oralmente o por escrito su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográficos.
CE11. Capacitar para el desarrollo de actividades de promoción y desarrollo de la innovación científica y tecnológica en el ámbito de los procesos de conversión energética.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes
Clase magistrales de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas
Seminarios	Como complemento a las clases de teoría y problemas los estudiantes podrán exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. En los seminarios se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones
Realización y exposición de Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales y/o en grupo supervisados por el profesor. Estos trabajos se expondrán ante sus compañeros y el profesor

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	22		11	33
Prácticas	- En aula	11	6	17
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	9		10,5	19,5

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			20	20
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		20	23
TOTAL	47		67,5	114,5

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Fundamentals of Engineering Thermodynamics	M. J. Moran H. N. Shapiro	J Wiley and Sons	USA	Libro de texto	
Advance Engineering Thermodynamics	A. Bejan	J Wiley and Sons	Hoboken, NY	Libro complementario	
Thermodynamics of Solar Energy Conversion	A. De Vos	Wiley-VCH	Weinheim, Alemania	Libro complementario	
<b>OTROS COMENTARIOS:</b>					
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.					

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final. Las actividades de evaluación continua supondrán 50% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 50% de la nota total de la asignatura.

<b>Instrumentos de evaluación</b>
Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua: · ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS, EJERCICIOS Y PROBLEMAS: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 50% de la nota total de la asignatura.  Prueba escrita final: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 50% de la nota total de la asignatura.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## FÍSICA DEL CLIMA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100844	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Física de la Tierra				
Departamento	Física General y de la Atmósfera				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Moodle Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Concepción Rodríguez Puebla	Grupo / s	1
Departamento	Física General y de la Atmósfera		
Área	Física de la Tierra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3334		
Horario de tutorías	Jueves de 16:00 a 20:00		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/concha">http://diarium.usal.es/concha</a>		
E-mail	concha@usal.es	Teléfono	923 294 436, ext. 1320

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Pertenece al bloque formativo de Física de la Atmósfera que también incluye la asignatura Meteorología
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Capacitar al estudiante para el análisis de datos climáticos, la modelización del sistema climático y predicción de su evolución.
Perfil profesional.
Preparar para el ejercicio de actividades relacionadas con las ciencias del Clima, Meteorología y Geofísica. Proporcionar conocimientos para poder continuar la formación especializada de estudios de máster.

## 3. Recomendaciones previas

Conocimientos de las asignaturas: Física I y Física II  
Técnicas informáticas en Física, Métodos Numéricos  
Física de Fluidos

#### 4. Objetivos de la asignatura

- Analizar la distribución espacial y las variaciones de las componentes de la radiación.
- Describir y analizar procesos físicos del sistema climático relacionados con las energías dinámica y termodinámica atmosférica.
- Aplicar las leyes de conservación del momento, masa, continuidad y de energía para interpretar la circulación atmosférica. Procesos ondulatorios en la atmósfera y océano.
- Analizar y comprender las escalas de variabilidad climática espacial y temporal. Caracterizar las teleconexiones climáticas.
- Utilizar métodos para la descripción y clasificación del clima.

#### 5. Contenidos

##### Contenidos Teóricos

##### Introducción al sistema climático. Observaciones

Objetivos de la física del clima. Aplicaciones del estudio de esta ciencia. Métodos usados en el curso. Reseña histórica de la ciencia atmosférica. Estructura y composición de la atmósfera.

##### Tema 1: Procesos energéticos en el sistema climático

Radiación en la atmósfera. Consideraciones orbitales. Ecuaciones de la radiación. Fenómenos de interacción de la radiación con la atmósfera y la superficie terrestre. Energía en la atmósfera. Distribución de la temperatura. Temperatura potencial. Modelo térmico. Presión atmosférica y geopotencial.

##### Tema 2: Ciclo hidrológico

Caracterización del vapor de agua en la atmósfera. Humedad específica y relativa. Proceso de evaporación. Proceso de condensación. Nubes y nieblas. Precipitación y sus causas.

##### Tema 3: Climatología dinámica

Modelos de circulación atmosférica. Ecuaciones dinámicas. Variación del viento con la altura. Corriente en chorro. Vientos monzónicos y locales. Patrones e índices de teleconexión. La Oscilación del Atlántico Norte. Interacción océano-atmósfera: fenómeno ENSO (El Niño Oscilación Sur). Propiedades de las masas de aire. Tiempos severos. Tormentas. Tornados y ciclones tropicales.

##### Tema 4: Clasificaciones climáticas. Variabilidad climática. Simulaciones climáticas

Clasificaciones climáticas empíricas (Koppen) y genéticas. Índices climáticos. Características de climas tropicales, de latitudes medias y polares. Variabilidad climática. Cambio climático y calentamiento global. Introducción a los modelos climáticos globales y regionales. Tipos de predicciones en la ciencia de la Atmósfera.

##### Contenidos Prácticos

**Práctica 1:** Método de análisis de variables climáticas GrADS (Grid Analysis Display System). Observaciones climáticas. Caracterización de la radiación, temperatura de la atmósfera y del océano. Distribución del campo de presión y geopotencial. Estudio de la variabilidad espacial y temporal.

**Práctica 2:** Caracterización de la humedad y evaporación. Distribución de la precipitación. Estudio de la variabilidad espacial y temporal.

**Práctica 3:** Viento horizontal y perfiles de viento. Corriente en Chorro. Obtención de las teleconexiones. Impacto de índices de teleconexión en climas regionales. Análisis y seguimiento de huracanes. Tipos de tiempo sobre la Península Ibérica.

**Práctica 4:** Clima de la península Ibérica.

#### 6. Competencias a adquirir

##### TIPO B (CG): Competencias Generales

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 <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.
TIPO A (CB): Competencias Básicas
TIPO C (CE): Competencias Específicas
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-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.

## 7. Metodologías

Se combinan clases teóricas con prácticas en el aula de informática. Tanto en las clases teóricas como en las prácticas se utilizan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). En las clases prácticas se analizan representaciones espaciales y temporales para distintas variables climáticas. La explicación de lo observado y de las relaciones entre variables se proporciona en las cuatro unidades que componen la parte de teoría. Se combinarán los métodos descriptivos con los modelos de simulación climática.

Se utilizará el aula virtual STUDIUM para: entregar el material necesario para la asignatura; plantear cuestionarios; proponer tareas; foros de comunicación; proporcionar información adicional mediante enlaces web y WIKIS. La mitad de las horas presenciales se desarrollarán en el aula de informática.

Las tutorías se utilizarán para la atención individualizada y para resolver dudas o problemas relacionados con las clases de teoría y práctica.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15		15	30
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	15		15	30
	- De campo				
	- De visualización (vísu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4		4	8
Tutorías		4			4
Actividades de seguimiento online		4		4	8

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Preparación de trabajos			26	26
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		3	6
TOTAL	45		67	112

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Aguado, E. and J.E. Burt (2007): Understanding Weather & Climate. Pearson, Prentice Hall ISBN 0-13-149696-4.  
 Ahrens, C.D. (2009): Meteorology Today. Brooks/Cole. Thomson Learning. ISBN 13:978-0-495-55573-5  
 Font Tullot I. (2000): Climatología de España y Portugal. Ed. Universidad de Salamanca. ISBN 84-7800-944-2.  
 IPCC (2007): Climate Change. The Physical Science Basis. Cambridge University Press. ISBN 978 0521 88009-1. Peixoto J. and Oort A. (1992): Physics of climate. AIP ISBN 0-88318-712-4  
 Wallace J and Hobbs P. (2006): Atmospheric Science: an introductory survey. Academic Press ISBN 13:978-0-12-732951-2.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Doty, B.; Holt, T. and M. Fiorino (1995) The Grid Analysis and Display System. GrADS.

(<http://www.iges.org/grads/>).

Datos climáticos del proyecto de reanálisis

(<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml>)

Presentaciones de las clases teóricas.

Guiones y programas para las clases prácticas.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

### Criterios de evaluación

- Los trabajos asignados como tareas y cuestionarios tienen la valoración del 25% en la nota final.
- Las exposiciones orales de los estudiantes tienen la valoración del 20% en la nota final.
- El examen final escrito, que comprende una parte de cuestionario de respuesta múltiple y otra parte de desarrollo, tiene la valoración del 45% en la nota final.
- La asistencia y participación en clases presenciales tienen la valoración del 10% en la nota final.

### Instrumentos de evaluación

Examen final escrito. Exposiciones orales. Entrega de tareas. Asistencia y participación en las clases prácticas. Participación en las actividades del curso.

Recomendaciones para la evaluación.
Asistencia y participación activa en las clases de teoría, prácticas, tutorías y otras actividades fundamentales para un correcto seguimiento de la asignatura. Estudio adecuado de la asignatura y realización de las tareas y actividades sugeridas por la profesora a lo largo de la misma. Consulta de la bibliografía recomendada y de los recursos proporcionados para el desarrollo de la asignatura.
Recomendaciones para la recuperación.
Revisión de exámenes para conocer los fallos cometidos. Mismas recomendaciones que para la evaluación.

## FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100845	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Física de la Materia Condensada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	studium.usal.es			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Pablo Guillermo González Espeso	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Segunda planta. Despacho nº 2 T3304		
Horario de tutorías	Lunes a Viernes de 12 h a 14 h		
URL Web			
E-mail	pgecp@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

Profesor	Máximo Gómez Flórez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Planta principal. Despacho T1105		
Horario de tutorías	Lunes a Viernes de 18 h a 20 h		
URL Web			
E-mail	maximo@usal.es	Teléfono	+34 923 294400 1331

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Es una asignatura que forma parte del módulo Física del Estado Sólido que a su vez está compuesto por 2 asignaturas.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Es una asignatura optativa dentro del Grado en Física

Perfil profesional.

Esta asignatura permite obtener un conocimiento global de la Física del Estado Sólido y abre una puerta a la ciencia y tecnología más actual en Física de la Materia Condensada

### 3. Recomendaciones previas

**ASIGNATURAS QUE CONTINÚAN EL TEMARIO**

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

o Todas las obligatorias de cuarto

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

o Todas las de primero, segundo y tercero

### 4. Objetivos de la asignatura

- Aprender a utilizar los métodos de cálculo de estructura de bandas.
- Saber diseñar programas para el cálculo de la energía de los estados electrónicos
- Aprender a deducir propiedades de materiales a partir de planteamientos energéticos.
- Relacionar las propiedades de cohesión y mecánicas con las características de enlace de los materiales.
- Aprender a relacionar parámetros ópticos con la respuesta lineal de un material.
- Aprender a relacionar propiedades ópticas (reflexión, absorción, etc ...) con las características del material.
- Aprender a caracterizar las propiedades óptica de un material en diferentes rangos de frecuencias.
- Conocer científica y profundamente las propiedades dieléctricas no lineales de materiales y sus aplicaciones.
- Aprender a discriminar los comportamientos magnéticos de materiales.
- Aprender a relacionar las propiedades magnéticas de materiales con los parámetros y observables microscópicos y cuánticos.
- Aprender la relación física entre propiedades magnéticas y de simetría cristalina en materiales cristalinos.
- Conocer los distintos tipos de magnetismo ordenado.
- Aprender las teorías que justifican el magnetismo ordenado.
- Aprender a relacionar el magnetismo ordenado con sutilezas cuánticas many-body.
- Conocer las propiedades de los materiales superconductores.
- Conocer las teorías que justifican la superconductividad.
- Aprender que la superconductividad es un fenómeno cooperativo cuántico.
- Llevar a cabo una ligera excursión (científica) y realizar una breve introducción al prólogo de la soberbia teoría B.C.S. sobre la superconductividad
- Estudiar y conocer fenómenos en superconductores debidos a los efectos cooperativos cuánticos.
- Llevar a cabo una inmersión inicial en el apasionante campo de los superconductores de temperatura alta.

## 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMAS	SECCIONES
<b>TEÓRICOS.</b>	
1. ESTADOS ELECTRÓNICOS EN CRISTALES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Método tight-binding.</li> <li>· Método pseudopotencial.</li> <li>· Aplicaciones de dichos métodos.</li> </ul>
2. PROPIEDADES MECÁNICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cohesión en gases nobles</li> <li>· Cohesión en sólidos iónicos.</li> <li>· Cohesión en cristales covalentes.</li> <li>· Cohesión en metales.</li> </ul>
3. PROPIEDADES DIELECTRICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Respuesta dieléctrica</li> <li>· Propiedades ópticas de semiconductores</li> <li>· Propiedades ópticas de sólidos iónicos</li> <li>· Propiedades ópticas de metales</li> <li>· Propiedades dieléctricas no lineales</li> </ul>
4. PROPIEDADES MAGNÉTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Diamagnetismo y paramagnetismo en sistemas con electrones ligados.</li> <li>· Efecto de campo cristalino.</li> <li>· Diamagnetismo y paramagnetismo de electrones libres.</li> <li>· Magnetismo ordenado.</li> </ul>
5. SUPERCONDUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Introducción.</li> <li>· Propiedades de los superconductores.</li> <li>· Teorías fenomenológicas.</li> <li>· Teoría B.C.S.</li> <li>· Efectos túnel en superconductores</li> <li>· Superconductores de temperaturas altas</li> </ul>
<b>PRÁCTICOS.</b>	Resolución de problemas relativos a cada uno de los temas precedentes. Desarrollo y entrega de problemas propuestos por el profesor

## 6. Competencias a adquirir

## TIPO A (CB): Competencias Básicas

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.

#### TIPO B (CG): Competencias Generales.

- 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.

#### TIPO C (CE): Competencias Específicas.

- 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría	Mediante clases magistrales se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura
Clases de resolución de problemas	En las clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados y para ello se les entregará a los estudiantes una colección de enunciados.
Exposición de problemas	Los estudiantes participarán activamente en clase mediante la exposición de problemas y la discusión en grupo. El estudiante deberá exponer problemas propuestos, para cuya preparación contará con el apoyo del profesor en el horario de tutorías. En esta actividad los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren.
Entrega de trabajos	Cada estudiante resolverá y entregará al profesor ejercicios de forma individualizada para mejorar su formación. Los ejercicios entregados por el profesor serán corregidos y calificados por éste, realizando los comentarios y sugerencias que considere oportunos para que el estudiante pueda alcanzar los objetivos y competencias ligados a esta asignatura.
Tutorías	Los profesores están disponibles en los horarios establecidos para atender de forma individualizada las dudas de los estudiantes. Además estos podrán utilizar la plataforma "studium" para poner en común sus dudas, en la que se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar estas cuestiones.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	20,0		17,0	37,0
Clases prácticas	10,0		28,0	38,0
Seminarios	7,5		7,5	15,0
Exposiciones y debates	4,5		4,0	8,5
Tutorías	2,0			2,0
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos				
Otras actividades				
Exámenes	3,0		11,0	14,0
TOTAL	47,0		67,5	114,5

**9. Recursos**

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Elementary Electronic Structure Condensed Matter Physics	HARRISON, W. MARDER, M. P.		WOLRD SCIENTIFIC WILEY	Libro Libro	AZ/PO/538.9 HARR ele AZ/PO/538.9 MAR con
Solid State Physics	GROSSO, G. PARRAVI- CINI, G. P.		ACADEMIC PRESS	Libro	AZ/PO/538.9 GRO sol
The Physics and Chemistry of Solids	ELLIOT, S.		WILEY	Libro	AZ/P1/544.22 ELL phy
<b>OTROS COMENTARIOS:</b>					
El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, vídeos, etc.) en la plataforma "studium".					

**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final.
Instrumentos de evaluación
Se utilizarán los siguientes:
Evaluación continua:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas escritas: Se evaluará críticamente, bajo criterios estrictamente científicos por una parte la teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases de teoría) mediante la contestación de preguntas cortas, y por otra, los problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas). Cada parte se valorará sobre 10 puntos, se hará la media entre, penalizando ponderadamente medias "escandalosas" (p. ej. 1 y 9 no producirá un 5). La media se ponderará como un 20% de la nota final.</li> <li>• Ejercicios entregados y/o expuestos por los estudiantes: Se evaluará, críticamente, bajo criterios estrictamente científicos la entrega de ejercicios y trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso, así como la exposición y debate de los mismos en clase. Se valorará muy negativamente los fraudes (copia acrítica de compañeros o de otros medios, por ejemplo Wikipedia). Constituirán un 10% de la nota total de la asignatura</li> <li>• Prueba escrita final: Los profesores encargados de la asignatura establecerán, de acuerdo con la marcha de la explicación de la asignatura y trabajo sobre la misma, una prueba de teoría y otra de problemas. Cada parte se valorará sobre 10 puntos, se hará la media entre ambas partes, penalizando ponderadamente medias "escandalosas" (p. ej. 1 y 9 no producirá un 5). Dicha media contabilizará como un 70% de la nota final. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 30% de la nota máxima de la prueba.</li> </ul>

Recomendaciones para la evaluación.
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación.
Se establecerá un procedimiento para la recuperación de la parte de evaluación continua y se realizará una prueba escrita de recuperación, aplicando estrictos criterios científicos para su calificación.

## FÍSICA ESTADÍSTICA AVANZADA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100846	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4.º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Física Aplicada				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Antonio González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	16 Ed. Trilingüe (T3318)		
Horario de tutorías	Lunes a miércoles de 17,00 a 19,00		
URL Web			
E-mail	ags@usal.es	Teléfono	923 294 436 ext. 1311

Profesor Coordinador	Juan Antonio White Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Física Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	16 Ed. Trilingüe (T3318)		
Horario de tutorías	Lunes de 17,00 a 21,00 y martes de 12,00 a 14,00		
URL Web			
E-mail	white@usal.es	Teléfono	923 294 436 ext. 1311

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
La asignatura pertenece al módulo «Termodinámica y Física Estadística».
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
La asignatura proporciona unos conocimientos de Física Estadística más amplios de los proporcionados por la asignatura «Física Estadística» del tercer curso del grado. Asimismo, pretende que los estudiantes conozcan y asimilen varios de los métodos y modelos más empleados en Física Estadística.
Perfil profesional
La asignatura está especialmente dirigida para aquellos estudiantes que quieran profundizar sus conocimientos en el campo de la Física Estadística,

## 3. Recomendaciones previas

### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

Física computacional

### ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

Termodinámica I y II

Física Estadística

Métodos numéricos en Física

## 4. Objetivos de la asignatura

Saber aplicar el formalismo de la Física Estadística para el estudio de sistemas compuestos por muchas partículas, incluyendo manejar convenientemente las herramientas matemáticas más habituales en él.

Conocer y comprender una serie de modelos habituales en el campo de la Física Estadística.

Conocer y manejar suficientemente un conjunto de herramientas y métodos de aplicación en Física Estadística.

Ser capaz de llevar a cabo un trabajo académico con un alto grado de autonomía y de presentarlo adecuadamente por escrito.

Conocer y trabajar aplicaciones de la Física Estadística en otros campos de la Física.

**5. Contenidos**

- 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.

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias básicas**

- CB2: 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.
- CB3: 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.
- CB4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.

**TIPO B (CG): Competencias generales**

- CG2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.
- CG3: 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.
- CG4: 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.
- CG5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

**TIPO C (CE): Competencias específicas**

- CE1: 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.
- CE2: 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.
- CE3: 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.
- CE5: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.
- CE6: 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.
- CE7: 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
- CE8: 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.

CE10: 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.

## 7. Metodologías

Metodología	Descripción
Clases magistrales	Exposición, por parte del profesor, del contenido de la asignatura.
Trabajos tutelados	Los estudiantes (en solitario o en grupos reducidos) deberán entregar, en el plazo indicado, unos trabajos relativos a los temas de estudio. Previo a su entrega y tras reflexionar sobre la propuesta presentada, cada estudiante tendrá la posibilidad de consultar y discutir sus observaciones sobre cómo enfocar los trabajos en las horas de seminario. A consideración del profesor, los estudiantes expondrán sus trabajos en los seminarios.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	10		15	25
Clases prácticas	20		15	35
Seminarios				
Exposiciones y debates	12		18	30
Tutorías	2			2
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades				
Exámenes	3		4,5	7,5
TOTAL	47		67,5	114,5

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- R. K. Pathria. *Statistical Mechanics*. Ed. Pergamon, 1996.
- D. A. McQuarrie. *Statistical mechanics*. University Science Books, 2000.
- L. Reichl. *A Modern Course in Statistical Physics*. Wiley-VCH, 2009.

- D. Chandler. *Introduction to Modern Statistical Mechanics*. Oxford University Press, 1987.
- J. M. Yeomans, *Statistical Mechanics of Phase Transitions*. Oxford University Press, 1992.
- H. Gould, J. Tobochnik y W. Christian. *An Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems*. Addison-Wesley, 2006.
- M. P. Allen y D. J. Tildesley. *Computer Simulation of Liquids*. Oxford University Press, 1987.
- D. Frenkel y B. Smit. *Understanding molecular simulation: from algorithms to applications*. Academic Press, 1996.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- <http://studium.usal.es/>
- <http://www.compadre.org/osp/>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en la evaluación periódica del trabajo continuado, así como en una exposición oral del trabajo realizado.

### Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias anteriormente expuestas. Para ello se empleará esencialmente una evaluación continua basada en trabajos.

### Instrumentos de evaluación

Instrumento	% de la nota final
Asistencia a seminarios y participación en ellos	20
Entrega de trabajos	40
Prueba final	40

### Recomendaciones para la evaluación

Se recomienda asistir a clase y llevar al día la asignatura.

### Recomendaciones para la recuperación

Se realizará una prueba oral consistente en la exposición del trabajo realizado.

## FOTÓNICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100847	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	ÓPTICA				
Departamento	FÍSICA APLICADA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM.USAL.ES			
	URL de Acceso:	STUDIUM.USAL.ES			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	JULIO SAN ROMÁN ÁLVAREZ DE LARA	Grupo / s	TODOS
Departamento	FÍSICA APLICADA		
Área	ÓPTICA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	T2312 TRILINGÜE		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 16:30 a 19:30 horas.		
URL Web	optica.usal.es		
E-mail	jsr@usal.es	Teléfono	1337

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (=asignatura) que forma parte del módulo de Física en Comunicaciones que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura que pertenece al bloque de formación optativa dentro del Grado en Física
Perfil profesional.
Los dos perfiles profesionales para los que el Módulo de Física en Comunicaciones es el más apropiado son los del ámbito de la Informática y Telecomunicaciones y los de la Docencia Universitaria e Investigación.

## 3. Recomendaciones previas

ASIGNATURAS QUE CONTINUAN EL TEMARIO:

\* El Máster en Física y Tecnología de los Láseres

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**

\* Todas las asignaturas del Módulo de Física en Comunicaciones

**ASIGNATURAS QUE SE DEBEN HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

\* En general todas las asignaturas de los tres primeros cursos y del primer semestre del cuarto curso. En particular, es especialmente importante haber cursado todas las asignaturas obligatorias de los módulos de Electrónica Física, Electromagnetismo y Óptica.

**4. Objetivos de la asignatura**

\* 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.

**5. Contenidos**

Teóricos.

Tema 1: Materiales ópticos: respuesta lineal a la radiación electromagnética.

\* Teoría clásica de la dispersión.

\* Propiedades ópticas de los materiales

\* Los nuevos materiales: cristales fotónicos y metamateriales.

Tema 2: Materiales ópticos: respuesta no lineal a la radiación electromagnética.

\* Modelo sencillo para introducir la óptica no lineal.

\* Principales efectos no lineales y sus aplicaciones.

Tema 3: Emisores de radiación electromagnética: el láser.

\* Conceptos básicos del láser.

\* Modelos sencillos del láser.

\* Tipos de láser y sus principales aplicaciones.

Tema 4: Transmisión de radiación electromagnética: las fibras ópticas.

\* Conceptos básicos y caracterización de las fibras ópticas.

\* Principales fenómenos presentes en la propagación de la radiación electromagnética en fibras ópticas: atenuación, dispersión y posibles efectos no lineales.

\* Ejemplo de sistema de comunicación por fibra óptica.

Tema 5: Óptica integrada

\* Los dispositivos fotónicos en el contexto de la comunicación: conmutadores, amplificadores, filtros y multiplexores.

\* Los dispositivos fotónicos como sensores de alta precisión.

**6. Competencias a adquirir**

Básicas.

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-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía.
<b>Generales.</b>
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.
<b>Específicas.</b>
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-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.

## 7. Metodologías

### Clases de teoría:

Los contenidos básicos de la asignatura se impartirán como clase magistral.

### Seminarios de problemas:

Desarrollo de los conceptos de la asignatura mediante la resolución de los problemas propuestos. Los alumnos entregarán los problemas con anterioridad a su resolución y discusión en clase para la evaluación continua.

### Seminarios complementarios:

Los alumnos podrán presentar seminarios sobre contenidos complementarios. Consistirá en profundizar sobre algún tema de la asignatura, elegido por el alumno, con la ayuda continua de las tutorías con el profesor.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	25		25	50
Clases prácticas				
Seminarios	10		10	20
Exposiciones y debates	5		5	10
Tutorías	2			2
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos			12.5	12.5

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades				
Exámenes	5		15	18
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>		<b>67.5</b>	<b>116.5</b>

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

"Fundamentals of Photonics", B.E.A. Saleh y M.C. Teich, John Wiley & Sons 2nd Edition. 2007.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Los alumnos dispondrán de material relacionado con la asignatura a su disposición en la plataforma studium.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se van a tener dos contribuciones: por una lado la evaluación continua, por medio de diferentes actividades de evaluación, y una prueba final escrita.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán el 40% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final supondrá el 60% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

### Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes criterios de evaluación:

\* Prueba escrita.

\* Evaluación continua:

- Participación activa en las clases y tutorías de la asignatura
- Seminarios de problemas: Se valorará la elaboración, presentación y discusión de los problemas en los seminarios de problemas
- Seminarios complementarios: La elaboración y presentación de seminarios complementarios.

### Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la nota de la prueba escrita final.

## GRAVITACIÓN

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100848	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	2º semestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Miguel Ángel Vázquez Mozo	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T3342 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Martes y miércoles de 16:00 a 17:00		
URL Web			
E-mail	vazquez@usal.es	Teléfono	1396

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta materia forma parte del módulo "Gravitación y Cosmología" que consta de dos asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura Optativa del cuarto curso del Grado en Física
Perfil profesional.
Investigación y Docencia en Física. Periodismo científico. Industria aeroespacial.

## 3. Recomendaciones previas

Haber completado las asignaturas: "Mecánica I", "Mecánica II" y "Astrofísica y Cosmología"
--

#### 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer y saber aplicar el principio de equivalencia de la gravitación.
- Entender la relación entre campo gravitatorio y geometría espacio-temporal.
- Comprender el principio de covariancia general y sabe aplicarlo para estudiar sistemas físicos en presencia de campos gravitatorios.
- Comprender las ecuaciones de Einstein del campo gravitatorio.
- Conocer y entender la geometría creada por una masa esférica y saber resolver e interpretar las trayectorias en caída libre en dicho campo gravitatorio.
- Entender los rudimentos del colapso gravitatorio y los estados finales del colapso: enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros.
- Conocer el concepto de radiación de Hawking y su interpretación en términos de la termodinámica de agujeros negros.

#### 5. Contenidos

- . Gravitación newtoniana.
  - La ley de gravitación universal.
  - Dinámica del Sistema Solar.
  - Fuerzas de marea.
- . Principio de equivalencia.
  - Masa gravitatoria y masa inercial.
  - Formulaciones del principio de equivalencia.
  - Geometría y gravedad.
- . Física en un espacio-tiempo curvado.
  - Geometría de un espacio-tiempo curvo.
  - Geodésicas.
  - Curvatura.
  - Principio de covariancia general.
- . Ecuaciones de Einstein
  - Tensor de energía-momento.
  - Las ecuaciones del campo gravitatorio.
  - La acción de Einstein-Hilbert.
- . Geometría de Schwarzschild
  - Teorema de Birkhoff.
  - Geodésicas en la geometría de Schwarzschild. Agujeros negros.
  - Introducción a los diagramas de Penrose.
- . Colapso gravitatorio. Masa límite de Oppenheimer-Volkov y de Chandrasekhar.
  - Colapso gravitatorio esférico.
  - Aplicaciones astrofísicas.
- . Agujeros negros: radiación de Hawking
  - Termodinámica de agujeros negros.
  - Radiación de Hawking.
  - La paradoja de la información en agujeros negros.

**6. Competencias a adquirir**

Específicas.
CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-10
Básicas/Generales.
CB-2, CB-3, CB-4, CB-5, CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5
Transversales.

**7. Metodologías**

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:

- Clases de contenido fundamentalmente teórico impartidas mediante clase magistral.
- Clases de aplicación de la teoría mediante técnicas de aprendizaje basado en problemas o similares, en que se resuelven fundamentalmente problemas y casos prácticos.
- Tutorías.
- Trabajo personal y de estudio.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	32		33	65
Prácticas	- En aula	11	30	41
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4			4
TOTAL	49		63	112

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- B. Schutz, "A First Course in General Relativity" (Second Edition), Cambridge University Press 2009.
- T.-P. Cheng, "Relativity, Gravitation and Cosmology", Oxford University Press 2005.
- S. Carroll, "Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity", Addison Wesley 2003.
- J. Hartle, "Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity", Addison Wesley 2002.
- L.D. Landau, E.M. Lifshitz, "The Classical Theory of Fields", Elsevier 1975.
- R. D'Inverno, "Introducing Einstein's Relativity", Oxford University Press 1992.
- B. Schutz, "Gravity. From the Ground Up", Cambridge University Press 2003.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos, y conjuntamente con una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final. Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

## Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes:

- Evaluación continua: resolución de ejercicios.
- Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito en el que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

## Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

## Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación.

## LABORATORIO DE FISICA NUCLEAR

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100849	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	2º semestre
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es/">http://studium.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Begoña Quintana Arnés	Grupo / s	1
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Atómica, Molecular y Nuclear		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	P1110 en Casa del Parque 1		
Horario de tutorías			
URL Web	<a href="http://www.usal.es/~lri">http://www.usal.es/~lri</a>		
E-mail	quintana@usal.es	Teléfono	923 294434

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Física Nuclear y de Partículas
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura que forma parte del bloque de formación especializada u optativa del Grado en Física
Perfil profesional.
Asignatura fundamental en el campo de la física nuclear y en todos aquellos perfiles que involucren el uso y medida de las radiaciones ionizantes.

## 3. Recomendaciones previas

Haber adquirido los conocimientos impartidos en las asignaturas de Física Cuántica I y II y Laboratorio de Física Cuántica
--

#### 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer los procesos básicos de la interacción radiación-materia.
- Conocer las técnicas experimentales de la física nuclear y de partículas y sus aplicaciones en otros campos: medicina, energía, etc.
- Familiarizarse con el uso de los detectores habituales en física nuclear de bajas energías.
- Asimilar que la naturaleza de la medida es estadística y aprender los procedimientos estadísticos asociados al proceso de detección.
- Conocer los efectos biológicos de la radiación y los criterios para la estimación de riesgos radiológicos.

#### 5. Contenidos

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  $\gamma$  del  $^{60}\text{Co}$ .
- Detección de partículas  $\alpha$  con detectores de Si: estructura fina del  $^{241}\text{Am}$ .
- Implementación de un algoritmo de análisis de espectros (ordenador).

#### 6. Competencias a adquirir

Específicas.

CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, CE-10

Transversales.

CB-2, CB-3, CB-4, CB-5, CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5.

#### 7. Metodologías

**Seminarios de teoría:** en ellos se expondrán los complementos teóricos necesarios para el aprovechamiento de las experiencias de laboratorio.

**Prácticas en el laboratorio:** se distribuye a los estudiantes en grupos de dos personas por puesto de trabajo. Para la realización de la práctica los alumnos disponen de guiones con las instrucciones necesarias, aunque cuentan también con la asistencia de los profesores.

**Aprendizaje basado en problemas:** a lo largo de los experimentos se proponen problemas cuya resolución exija tener claros los conceptos básicos de la experiencia.

**Prácticas de ordenador:** se realizarán los programas de análisis de espectros apropiados a cada uno de los experimentos.

**Cuestionarios de respuesta múltiple:** se proponen varios cuestionarios de autoevaluación, para verificar el aprendizaje en el laboratorio.

**Trabajo sobre las prácticas realizadas:** El alumno debe elaborar un trabajo escrito de cada práctica realizada, en el que se incluyan procedimientos utilizados, resultados e incertidumbres, respuestas a las cuestiones de los guiones e incluso un breve comentario crítico sobre la experiencia.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales				
Clases prácticas	30		30	60
Seminarios	10		15	15
Exposiciones y debates	2		5	7
Tutorías	3		2	5
Actividades no presenciales		5.5		5.5
Preparación de trabajos			10	10
Otras actividades				
Exámenes				
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>5.5</b>	<b>62</b>	<b>112.5</b>

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

## BIBLIOGRAFÍA

## Manuales

- Introductory Nuclear Physics. K. S. Krane
- Radiation Detection and Measurement. G. F. Knoll

## Libros de consulta

- Nuclear and Particle Physics. W. E. Burcham
- Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. W. R. Leo
- Introduction to Experimental Particle Physics. R. C. Fernow

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

*Manual de laboratorio de Phywe*, varias ediciones.

*Manual de laboratorio de Física Nuclear de Canberra*, varias ediciones

Angel Franco, Curso Interactivo de Física en Internet: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación del logro de las competencias se basará principalmente en el seguimiento del trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente en una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

Al ser una asignatura de carácter marcadamente experimental la evaluación se realiza a partir de los trabajos realizados por el estudiante sobre cada práctica y que deberán presentar por escrito y en formato electrónico (40%) y la defensa oral de los mismos (60%).

Instrumentos de evaluación
- informes de las prácticas - exposición oral de los resultados de las prácticas - entrega de las herramientas computacionales de análisis desarrolladas
Recomendaciones para la evaluación.
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación en todas las actividades
Recomendaciones para la recuperación.
Se realizará una prueba escrita de recuperación que abarcaría todos los conocimientos no adquiridos por el estudiante.

## MECÁNICA CUÁNTICA AVANZADA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100850	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium.usal.es			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Mateos Guilarte	Grupo / s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despachos	Nº 12, Casas del Parque (II)		
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 12:00 h a 13:00 h		
URL Web	<a href="http://campus.usal.es/~mpg/">http://campus.usal.es/~mpg/</a>		
E-mail	guilarte@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext. 1543

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Física Cuántica que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura optativa dentro del Grado en Física programada en el segundo cuatrimestre del cuarto curso.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura optativa, es adecuada en cualquier perfil vinculado al Grado en Física, y en particular para investigación y docencia en

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTÁNEAMENTE:

- Física de Partículas

## ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Física Cuántica I

- Física Cuántica II
- Laboratorio de Física Cuántica
- Mecánica Cuántica

#### 4. Objetivos de la asignatura

- Entender el concepto de Integral de Camino de Feynman.
- Conocer la formulación de la Mecánica Cuántica en el formalismo de Integral de Camino.
- Comprender la equivalencia entre el formalismo de integral de camino y la Mecánica Cuántica de Schödinger.
- Saber calcular el propagador en el formalismo de integral de camino para diversos sistemas de interés físico.
- Saber obtener la sección eficaz de scattering en este formalismo.
- Estudiar el acoplamiento con un campo electromagnético.
- Analizar las transformaciones gauge en este contexto.

#### 5. Contenidos

1. Integral de Camino y Mecánica Cuántica
  - Definición de integral de camino.
  - Integral de camino y la ecuación de Schödinger.
  - Propiedades de la integral de camino.
  - Aspectos matemáticos.
2. Algunos ejemplos especiales
  - La partícula libre.
  - Movimiento en un potencial.
  - Aproximación de la fase estacionaria.
  - El oscilador armónico simple.
3. Teoría de perturbaciones
  - Aproximación de Born. La ecuación de BetheSalpeter.
  - Reglas de Feynman para la mecánica cuántica.
  - Funciones de Green: La matriz-S.
  - La sección eficaz para un proceso de scattering.
  - Aplicación al cálculo de la sección eficaz para el scattering de Rutherford.
4. Potencial vector e integral de camino
  - Integral de camino para un sistema en presencia de un campo electromagnético.
  - Integral de camino y transformación gauge.
  - El efecto Aharonov-Bohm.
  - Monopolo magnético.
5. Integral de Camino y Teoría Cuántica de Campos.
  - Teoría de Campos.
  - Formulación de integral de camino.
  - El propagador.
  - Productos ordenados temporalmente.
  - La expansión perturbativa: Reglas de Feynman.

**6. Competencias a adquirir****Tipo A (CB): Competencias Básicas**

- 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 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.

**Tipo B (CG): Competencias Generales**

- 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.

**Tipo C (CE): Competencias Específicas**

- 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.
- 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 órdenes 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-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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los
Resolución de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases prácticas de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas.
Seminarios de teoría y problemas	Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones.
Trabajos	A partir de las clases teóricas y de problemas los alumnos habrán de realizar trabajos personales supervisados por el profesor. Los trabajos consistirán en la resolución individual de problemas y su posterior presentación al resto de los estudiantes. En estos seminarios, los alumnos deberán exponer ante sus compañeros las técnicas aplicadas a la resolución de los problemas. Se fomentará la discusión y crítica por parte de todos los estudiantes.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	28		40,5	68,5
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	12			12
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			12	12
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	5		15	20
TOTAL	47		67,5	114,5

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- R.P. Feynman and A.R. Hibbs, **Quantum Mechanics and Path Integrals**, McGraw-Hill, 1965.
- L.S. Schulman, **Techniques and Applications of Path Integration**, John Wiley & Sons, 1981.
- J. Zinn-Justin, **Path Integrals in Quantum Chechanics**. Oxford University Press 2005.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- M. Veltman, **Path Integrals, Feynman Rules, Gauge Theories**, Lectures given at the international school of elementary particle physics, Basko-Polje, September 1974
- W. Greiner, **Quantum Mechanics, Special Chapters**, Springer-Verlag, 1998.
- Richard MacKenzie, **Path Integral Methods and Applications**, 2000, [arXiv:quant-ph/0004090v1](https://arxiv.org/abs/quant-ph/0004090v1)

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba final escrita.

## Criterios de evaluación

La evaluación tendrá en cuenta la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba final escrita.

Las actividades de evaluación continua supondrán 30% de la nota total de la asignatura.

La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

## Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes: Evaluación continua:

- **ELABORACIÓN Y EXPOSICIÓN DE TRABAJOS, EJERCICIOS Y PROBLEMAS:** Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los mismos serán un 30% de la nota total de la asignatura.

Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

## Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

## Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## ÓPTICA COHERENTE

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100851	Plan	2009	ECTS	4,5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Isabel Arias Tobalina	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe T2311		
Horario de tutorías	Lunes y Miércoles 16-18:30h, Viernes 9-10h		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">optica.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:iarias@usal.es">iarias@usal.es</a>	Teléfono	923294436

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de óptica
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Se trata de una asignatura optativa, que necesariamente debe cursarse después de Óptica I y II, así como de Laboratorio de Óptica.
Perfil profesional.
Esta materia amplía la formación básica de Óptica y facilita al alumno el acceso a Másteres relacionados con los Láseres, la Fotónica y en general la Óptica.

### 3. Recomendaciones previas

Como se ha indicado antes esta asignatura debe cursarse después de las otras tres del módulo, ya que se parte de los conocimientos y competencias adquiridos en dichas asignaturas.

### 4. Objetivos de la asignatura

- Conocer el concepto de grado de coherencia temporal y espacial
- Estudiar la difracción con la ayuda de la transformada de Fourier. Aplicación a redes delgadas y de volumen sinusoidales.
- Estudiar la generación de haces gaussianos como consecuencia de la difracción en cavidades láser.
- Registrar y reconstruir hologramas de transmisión y reflexión.
- Estudiar la formación de imagen en el espacio de las frecuencias espaciales
- Conocer el comportamiento de las lentes como transformadoras de Fourier y su empleo en procesadores ópticos.

### 5. Contenidos

#### Tema 1: Teoría de la coherencia parcial

- Coherencia temporal: Grado complejo de coherencia.
- Coherencia espacial: Función de coherencia mutua.
- Aplicaciones: Espectroscopia por transformada de Fourier e Interferometría estelar de Michelson.

#### Tema 2: Teoría escalar de la difracción

- Espectro angular de ondas: Efecto de un obstáculo.
- Aproximación de Fresnel.
- Aproximación de Fraunhofer. Redes delgadas de amplitud y fase. Redes de volumen.
- Propagación de haces gaussianos.

#### Tema 3: Holografía

- Tipos de hologramas según la geometría de registro y reconstrucción.
- Requerimientos para el registro de hologramas.
- Hologramas de fuentes puntuales. Lentes holográficas.
- Medios de registro.
- Interferometría holográfica.

#### Tema 4: Procesado óptico y Análisis espectral de la formación de imagen

- Las lentes como transformadoras de Fourier.
- Procesado óptico.
- Filtros adaptados y reconocimiento de formas.
- Formación de imagen con luz coherente e incoherente. Función de transferencia óptica.

**Prácticas de Laboratorio**

- Registro de redes delgadas de amplitud y de volumen y fase.
- Holografía de transmisión y reflexión.
- Interferometría holográfica.
- Procesado óptico de imágenes.

**6. Competencias a adquirir****Tipo A (CB): Competencias básicas**

- 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.

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

- 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.

**TIPO C (CE): Competencias Específicas.**

- 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 órdenes 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.

## 7. Metodologías

### Clases magistrales

El profesor expondrá el contenido teórico de los temas. Se proporcionará al alumno apuntes o las presentaciones para facilitar el seguimiento de las mismas.

### Seminarios

En ellos se resolverán cuestiones prácticas relativas a la teoría de las clases magistrales. El alumno dispondrá de las hojas de problemas con anterioridad para que intente resolverlos. Ayudan a fijar conceptos y a manejar órdenes de magnitud.

### Prácticas de laboratorio

Se realizarán seis sesiones de prácticas de laboratorio muy relacionadas con la teoría de la asignatura

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases magistrales	20		34	54
Clases prácticas	18		18	36
Seminarios	8		5,5	13,5
Exposiciones y debates				
Tutorías				
Actividades no presenciales				
Preparación de trabajos				
Otras actividades				
Exámenes	3		6	9
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>		<b>63,5</b>	<b>112,5</b>

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Goodmann J.W.: Introduction to Fourier Optics, Roberts&Company Publishers, 3<sup>rd</sup> ed.,2005

Hariharan P.: Optical Holography, Cambridge University Press, 1996

Saleh B.E.A., Teich M.C.: Fundamentals of Photonics, Wiley-Interscience, 2 ed, 2007

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/index.html>

<https://public.me.com/ricktrebino>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de esta materia se hará teniendo en cuenta el trabajo del alumno durante el curso y los resultados de una prueba escrita final.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán el 40% de la nota de la asignatura.

La prueba escrita final será el 60% de la nota. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.

### Instrumentos de evaluación

Evaluación continua:

Resolución de problemas y entrega de un cuaderno de laboratorio

Prueba escrita:

Al finalizar el curso y en el periodo previsto en el calendario académico se realizará una prueba escrita que consistirá en la resolución de problemas

### Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda la asistencia a clase y la participación activa en clases, laboratorio y seminarios.

### Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita para recuperar la parte de nota correspondiente a la prueba escrita final.

## ONDAS ELECTROMAGNETICAS GUIADAS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100852	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	ELECTROMAGNETISMO				
Departamento	FISICA APLICADA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			
	URL de Acceso:				

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Marcelino Zazo Rodríguez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe ( T3307-Despacho 6)		
Horario de tutorías			
URL Web			
E-mail	marcel@usal.es	Teléfono	923 29 44 36 (Ext: 1301)

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Física de Comunicaciones que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura Optativa dentro del Grado en Física
Perfil profesional.
Es una asignatura optativa fundamental para el perfil de la Física de Comunicaciones dentro del Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE CONTINÚAN EL TEMARIO:

- Ninguna

## ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

- Todas las correspondientes al módulo de Física de Comunicaciones

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**

- Electromagnetismo I y II. Laboratorio de Electromagnetismo. Electrodinámica Clásica.

**4. Objetivos de la asignatura**

Indíquense los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar.

- Conocer la relación entre las teorías de campos y de circuitos
- Entender las características de la propagación electromagnética en sistemas guiados.
- Conocer y familiarizarse con los conceptos de líneas de transmisión, guía de ondas y cavidades resonantes.
- Conocer las principales aplicaciones de los sistemas guiados en el mundo de las telecomunicaciones.

**5. Contenidos**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
<b>TEÓRICOS.</b>	
1. TEORÍA DE CAMPOS Y TEORÍA DE CIRCUITOS	
2. TEORÍA DE LINEAS DE TRANSMISIÓN	
3. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CON SIMETRÍA	
4. GUIAS DE ONDA	
5. CAVIDADES RESONANTES	
<b>PRÁCTICOS.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización de líneas de transmisión</li> <li>- Medidas básicas en guías de onda</li> <li>- Cavidades resonantes</li> </ul>

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias Básicas**

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

**TIPO B (CG): Competencias Generales.**

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.

#### TIPO C (CE): Competencias Específicas.

- 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
- 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría	Mediante clases magistrales se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura
Clases de resolución de	En las clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados.
Exposición de problemas	Los estudiantes participaran activamente en clase mediante la exposición de problemas y la discusión en grupo. El estudiante deberá exponer problemas propuestos, para cuya preparación contará con el apoyo del profesor en el horario de tutorías. En esta actividad los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren.

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Sesiones prácticas	Se llevarán a cabo sesiones prácticas de laboratorio donde se realizarán las siguientes experiencias - Caracterización de líneas de transmisión - Medidas básicas en guías de onda - Cavidades resonantes
Tutorías	Los profesores están disponibles en los horarios establecidos para atender de forma individualizada las dudas de los estudiantes. Además estos podrán utilizar la plataforma "studium" para poner en común sus dudas, en la que se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar estas cuestiones.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		20		20	40
Prácticas	- En aula	8		16	24
	- En el laboratorio	10		10	20
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (vísu)				
Seminarios		2		6	8
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		15	18
TOTAL		45		67	112

## 9. Recursos

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Microwave Engineering	Pozar, D. M	John Wiley (2005)		Libro	
Introductory Electromagnetics	Popovic, Z. and Popovic, B.	Prentice-Hall (2000)		Libro	

FUENTES DE INFORMACIÓN					
TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN	TIPO DE RECURSO	SIGNATURA
Líneas de transmisión	Neri, R.	McGraw-Hill (1999)		Libro	
Ingeniería de Microondas	Miranda et al, D. J.	Prentice-Hall (2002)		Libro	
<p>OTROS COMENTARIOS: El estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, videos, etc.) en la plataforma "studium"</p>					

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en una prueba escrita final junto con el trabajo continuado durante el curso controlado a través de los seminarios, prácticas y otras pruebas que se realicen.
Criterios de evaluación
Se valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico. Se tendrán en cuenta tanto la prueba escrita final como las actividades
Instrumentos de evaluación
Se utilizarán los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ejercicios entregados y/o expuestos por los estudiantes: Se evaluará la entrega de ejercicios y trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso, así como la exposición y debate de los mismos en clase. Se evaluarán las prácticas realizadas en el laboratorio y en el aula de informática. Será un 30% de la nota total de la asignatura.</li> <li>· Prueba escrita final: Se evaluará por una parte la teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases de teoría) mediante la contestación de preguntas, y por otra, los problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en clase). Serán un 70% de la nota final de la asignatura.</li> </ul>
Recomendaciones para la evaluación.
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación.
Se realizará una prueba escrita de recuperación.

## RADIACIÓN Y PROPAGACIÓN ELECTROMAGNÉTICAS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100853	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4º	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	ELECTROMAGNETISMO				
Departamento	FÍSICA APLICADA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			
	URL de Acceso:				

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Victor Javier Raposo Funcia	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe (T3310-Despacho 9)		
Horario de tutorías	12:00 a 14:00 h. de lunes a miércoles		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/victor/">http://diarium.usal.es/victor/</a>		
E-mail	victor@usal.es	Teléfono	1301

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia (= asignatura) que forma parte del módulo Física de Comunicaciones que a su vez está compuesto por 5 asignaturas.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura Optativa dentro del Grado en Física
Perfil profesional.
Es una asignatura optativa fundamental para el perfil de la Física de Comunicaciones dentro del Grado en Física.

## 3. Recomendaciones previas

## ASIGNATURAS QUE CONTINÚAN EL TEMARIO:

- Ninguna

## ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:

- Todas las correspondientes al módulo de Física de Comunicaciones

## ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:

- Electromagnetismo I y II. Laboratorio de Electromagnetismo. Electrodinámica Clásica.

## 4. Objetivos de la asignatura

Indíquense los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar.

- 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.
- Conocer y familiarizarse con el concepto de radioayuda en navegación y los sistemas de radionavegación.
- Valorar la importancia del conocimiento de la radiación y propagación electromagnéticas en el mundo de las telecomunicaciones

## 5. Contenidos

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	
TEMA	SUBTEMA
<b>TEÓRICOS.</b>	
1. RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA	Introducción Campos de una fuente localizada oscilante Desarrollo multipolar de la radiación electromagnética Aproximación de Fraunhofer
2. FUNDAMENTOS DE ANTENAS	Conceptos básicos y parámetros característicos Estudio de algunos tipos de antenas: Antena lineal delgada Antena de lazo o de cuadro Dipolo doblado Efectos de la tierra Antenas cargadas Otros tipos de antenas
3. AGRUPACIONES DE ANTENAS	Agrupaciones de antenas Factor de agrupación Agrupación lineal con alimentación uniforme Agrupación regular de antenas lineales
4. RADIOPROPAGACIÓN	Propagación en el entorno libre y terrestre Efectos de la tierra Efectos de la troposfera Efectos de la ionosfera
5. SCATTERING DE ONDAS PLANAS	Planteamiento del problema Expansión de una onda plana en ondas esféricas Difusión de una onda plana: sección eficaz Scattering producido por una esfera conductora: Aproximación de ondas largas Aproximación de ondas cortas
6. RADIOAYUDAS Y RADIONAVEGACIÓN	Radioayudas Radionavegación
<b>PRÁCTICOS.</b>	1. <u>Antenas Simples</u> : Diagrama de radiación y polarización de antenas sencillas. 2. <u>Efecto Doppler</u> : Medida de velocidades. 3. <u>Simulación numérica</u> : Diagramas de radiación

## 6. Competencias a adquirir

## TIPO A (CB): Competencias Básicas

- 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.

## TIPO B (CG): Competencias Generales.

- 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.

## TIPO C (CE): Competencias Específicas.

- 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 órdenes 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.

## 7. Metodologías

DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS	
METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases de teoría	Mediante clases magistrales se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura
Clases de resolución de problemas	En las clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados.
Exposición de problemas	Los estudiantes participaran activamente en clase mediante la exposición de problemas y la discusión en grupo. El estudiante deberá exponer problemas propuestos, para cuya preparación contará con el apoyo del profesor en el horario de tutorías. En esta actividad los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren.
Sesiones prácticas	Se llevarán a cabo cuatro sesiones prácticas de laboratorio
Tutorías	Los profesores están disponibles en los horarios establecidos para atender de forma individualizada las dudas de los estudiantes. Además estos podrán utilizar la plataforma "studium" para poner en común sus dudas, en la que se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar estas cuestiones.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	20		20	40
Prácticas	- En aula	8	16	24
	- En el laboratorio	10	10	20
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	2		6	8
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	3		15	18
TOTAL	45		67	112

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

"Antenas", A. Cardama Aznar, L. Jofre Roca, J.M. Rius Casals, J. Romeu Robert, S. Blanch Boris, M. Ferrando Bataller, Ediciones UPC  
 "Antennas", John D. Kraus, McGraw-Hill  
 "Electromagnetic Theory", J.A. Stratton, McGraw-Hill  
 "Electromagnetismo", M. Rodríguez Vidal, Unidades didácticas UNED

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

El Estudiante encontrará otro material relacionado con la asignatura (programa, transparencias, cuestiones, problemas, preguntas de autoevaluación, tareas, fotocopias, videos, etc.) en la plataforma "studium".

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en una prueba escrita final junto con el trabajo continuado durante el curso controlado a través de los seminarios, prácticas y otras pruebas que se realicen.

### Criterios de evaluación

Se valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico. Se tendrán en cuenta tanto la prueba escrita final como las actividades

### Instrumentos de evaluación

Se utilizarán los siguientes:

- Ejercicios entregados y/o expuestos por los estudiantes: Se evaluará la entrega de ejercicios y trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso, así como la exposición y debate de los mismos en clase. Se evaluarán las prácticas realizadas en el laboratorio y en el aula de informática. Será un 20% de la nota total de la asignatura.
- Prueba escrita final: Se evaluará por una parte la teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases de teoría) mediante la contestación de preguntas, y por otra, los problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en clase). Serán un 80% de la nota final de la asignatura.

### Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación para la prueba final escrita.

## SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100854	Plan	2009	ECTS	4.5
Carácter	OPTATIVO	Curso	4	Periodicidad	2º cuatrimestre
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	María Susana Pérez Santos	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2106 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 16:00 a 18:00 h.		
URL Web			
E-mail	susana@usal.es	Teléfono	1304

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Es una materia que forma parte del módulo de Física de Comunicaciones, que a su vez está compuesto por 5 asignaturas
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Es una asignatura Optativa dentro del Grado en Física. Complementa la formación de los estudiantes en el campo de la Física de
Perfil profesional.
Al ser una asignatura optativa está indicada para aquellos estudiantes que quieran ampliar su formación en el campo de los Sistemas Digitales y de la Electrónica de las Comunicaciones en general.

## 3. Recomendaciones previas

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA HABER CURSADO PREVIAMENTE:**  
Instrumentación Electrónica, Electrónica Física, y Laboratorio de Electrónica.

**ASIGNATURAS QUE SE RECOMIENDA CURSAR SIMULTANEAMENTE:**  
Electrónica de Comunicaciones, Radiación y Propagación Electromagnética, Ondas Electromagnéticas Guiadas y Fotónica.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Ser capaz de trabajar con las funciones lógicas binarias
- Ser capaz de identificar módulos básicos para la síntesis de funciones lógicas
- Ser capaz de identificar las distintas familias lógicas y sus aplicaciones fundamentales
- Ser capaz de analizar y sintetizar sistemas básicos digitales de los tipos combinacional y secuencial.
- Ser capaz de comprender la estructura interna de un microprocesador.
- Ser capaz de programar un dispositivo lógico.

**5. Contenidos**

TEMA	SUBTEMA
Tema 1. Introducción.	Introducción a los sistemas digitales. Algebra binaria Representación de variables lógicas Módulos básicos para la síntesis de funciones lógicas
Tema 2: Sistemas Combinacionales	Análisis de sistemas combinacionales. Simplificación de funciones Síntesis de sistemas combinacionales Sistemas combinacionales integrados
Tema 3: Sistemas Secuenciales	Sistemas secuenciales síncronos Síntesis de sistemas secuenciales síncronos Análisis de sistemas secuenciales síncronos Sistemas secuenciales asíncronos
Tema 4: Dispositivos Lógicos Programables	Circuitos integrados ASIC: PLD Arquitectura de los PLD PROM PLA PAL
Tema 5: Microprocesadores	Estructura y funcionamiento Programación Memorias Puertos paralelo Puertos serie Temporizadores

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias básicas**

CB2: 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.

CB3: 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.

CB4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.

CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía

**TIPO B (CG): Competencias generales**

CG1: 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.

CG2: 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.

CG4: 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.

CG5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

**TIPO C (CE): Competencias específicas**

CE1: 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.

CE2: 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.

CE3: 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.

CE4: 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-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.

## 7. Metodologías

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clases magistrales de teoría	Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.
Clase magistrales de problemas	Los conocimientos teóricos se fijarán por medio de clases de resolución de problemas. Se desarrollarán los conceptos clave por medio de problemas especialmente diseñados al efecto, de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas
Seminarios	Se utilizarán como complementos formativos a las clases de teoría y problemas. En ellos además los estudiantes podrán exponer de forma más fluida las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de problemas. En los seminarios se fomentará la discusión entre los estudiantes para aclarar todas las cuestiones
Prácticas en laboratorio	El estudiante realizará las prácticas en el laboratorio hasta conseguir los objetivos técnicos prefijados. Tomará los datos necesarios para la elaboración de los informes correspondientes, que se evaluarán posteriormente.
Interacción online	Se realizará mediante la plataforma Studium de la USAL. Se utilizará para la planificación, el intercambio de documentos y la interacción habitual con los estudiantes para el desarrollo de las actividades previamente descritas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	18		34	52
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	9	10	19
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	14		15	29
Exposiciones y debates				
Tutorías	2		2	4
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2		6.5	8.5
TOTAL	45		67.5	112.5

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- . Bailón, L.A., Pardo, D.: Elementos de Electrónica. Universidad de Valladolid, 2007
- . Angulo, J.M., García, J.: Sistemas Digitales. Thomson, 2003
- . Anasagasti, P.M.: Fundamentos de los Computadores, Thomson, 2001

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Plataforma virtual de la Universidad de Salamanca: <http://studium.usal.es>

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La valoración de adquisición de las competencias se hará a partir de la evaluación de los resultados de aprendizaje de carácter teórico y práctico en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y con una prueba escrita final.

## Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán 40% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 60% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 30% de la nota máxima de la prueba.

## Instrumentos de evaluación

**Evaluación continua (40%):**

- Resolución individual y discusión de ejercicios propuestos (20%).
- Asistencia activa a las prácticas de la asignatura y elaboración de informes (20%).

**Prueba escrita final (60%):**

Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas. Será un 60% de la nota total de la asignatura.

Nota: Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 30% de la nota máxima de la prueba.

## Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

## Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la evaluación ordinaria. No se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la evaluación continua, cuya nota se mantendrá.

Estas condiciones para la recuperación quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

## PRACTICAS EXTERNAS

## 1. Datos de la Asignatura

Códigos	100858,100859,100860, 100861,100862,100863,100864	Plan	2009	ECTS	4.5 a 24
Carácter	OPTATIVO	Curso	4	Periodicidad	cuatrimestre
Área	Álgebra; Análisis Matemático; Electromagnetismo; Electrónica; Física Aplicada, Física Atómica, Molecular y Nuclear; Física de la Materia Condensada; Física de la Tierra; Física Teórica; Geometría y Topología; Ingeniería de Sistemas y Automática; Lenguajes y Sistemas Informáticos; Óptica				
Departamentos	Dpto. Física Aplicada, Dpto. Física Fundamental, Dpto. Física General y de la Atmósfera, Dpto. Informática y Automática, Dpto. Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/course/view.php?id=15245">https://moodle.usal.es/course/view.php?id=15245</a>			

## Datos del profesorado

Cada práctica externa tendrá un tutor asignado entre los profesores del Grado en Física

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Prácticas Externas
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Asignatura del 2º cuatrimestre del Grado en Física que permite a los estudiantes aplicar las competencias adquiridas en el Grado en Física al ámbito profesional.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura de carácter aplicado y que se desarrolla en el ámbito profesional de una empresa o centro de investigación es muy apropiada. La definición del perfil profesional del estudiante y facilitar su inserción en el mercado laboral.

### 3. Recomendaciones previas

Para poder realizar prácticas externas el estudiante debe haber superado los 60 créditos básicos y 60 créditos obligatorios del plan de estudios de Grado en Física.

### 4. Objetivos de la asignatura

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.

### 5. Contenidos

Esta asignatura se ofertará cada curso con número de créditos y plazas limitadas, según los convenios de prácticas que en cada año Están 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).

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias básicas/generales**

CB2: 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.

CB3: 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.

CB4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.

CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía

CG2: Incrementar la *capacidad de organización y planificación* con el objeto de resolver con éxito el problema analizado.

CG5: *Aprender de manera autónoma* nuevos conocimientos y técnicas.

**TIPO C (CE): Competencias específicas**

CE4: 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.

CE5: 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.

**7. Metodologías**

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 y en el programa formativo del estudiante en sus ámbitos respectivos. 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

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL					

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

El tutor asignado a cada estudiante será el encargado de informarle de la bibliografía necesaria, si hubiera lugar, para la realización de la práctica externa

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Para superar esa asignatura el estudiante deberá elaborar una memoria de prácticas que deberá entregar al tutor

**Criterios de evaluación**

Para calificar la práctica el tutor interno realizará un informe de evaluación de la práctica que considerará tanto la memoria de prácticas del estudiante y el informe del tutor externo

**Instrumentos de evaluación**

Informes de los tutores interno y externo y memoria de prácticas del estudiante

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

## TRABAJO FIN DE GRADO

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100857	Plan	2009	ECTS	4.5 a 24
Carácter	Trabajo Fin de Grado	Curso	4	Periodicidad	cuatrimestre
Área	Álgebra; Análisis Matemático; Electromagnetismo; Electrónica; Física Aplicada, Física Atómica, Molecular y Nuclear; Física de la Materia Condensada; Física de la Tierra; Física Teórica; Geometría y Topología; Ingeniería de Sistemas y Automática; Lenguajes y Sistemas Informáticos; Óptica				
Departamentos	Dpto. Física Aplicada, Dpto. Física Fundamental, Dpto. Física General y de la Atmósfera, Dpto. Informática y Automática, Dpto. Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	studium.usal.es			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/course/view.php?id=15245">https://moodle.usal.es/course/view.php?id=15245</a>			

## Datos del profesorado

Cada trabajo fin de grado tendrá un tutor asignado entre los profesores del Grado en Física

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Trabajo Fin de Grado
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Asignatura del 2º cuatrimestre del Grado en Física que permite a evaluar el conjunto de competencias asociadas al título.
Perfil profesional.
Al ser una asignatura que permite evaluar el conjunto de competencias asociadas al título, es fundamental para cualquier perfil vinculado al Grado en Física.

### 3. Recomendaciones previas

Para la presentación y defensa del Trabajo Fin de Grado se requerirá que el estudiante haya superado el resto de asignaturas del plan de estudios.

### 4. Objetivos de la asignatura

A través de esta asignatura el estudiante aprenderá a desarrollar, presentar y defender de una manera adecuada ante una audiencia científica un trabajo relacionado con los contenidos del Grado en Física

### 5. Contenidos

De acuerdo con el Reglamento de Trabajos Fin de Grado y Máster de la Universidad de Salamanca (Aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad en su sesión de 27 de julio de 2010 y su modificación aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universidad en su sesión de 27 de marzo de 2014), el contenido de cada TFG o TFM podrá corresponder a uno de los siguientes tipos

- 1) Trabajos experimentales o teóricos relacionados con la titulación y ofertados por los docentes que participan en el Máster Universitario, que podrán desarrollarse en los laboratorios de los departamentos implicados en la docencia del Máster.
- 2) Trabajos de revisión e investigación bibliográfica centrados en diferentes campos relacionados con la titulación.
- 3) Trabajos de carácter profesional relacionados con los diferentes ámbitos del ejercicio profesional para los que cualifica el título. En este supuesto se podrán desarrollar en empresas e instituciones externas, pudiendo actuar el responsable designado por la empresa como cotutor del trabajo.
- 4) Otros trabajos que corresponderán a ofertas de los docentes o de los propios estudiantes, no ajustadas a las modalidades anteriores, según se especifique en la normativa particular de cada Comisión de Trabajos Fin de Grado o Comisión Académica del Máster.

Los TFG/TFM podrán adaptarse a dos modalidades:

- 1) Generales, si son propuestos para que a la vez puedan ser realizados autónomamente por un número no determinado de estudiantes.

Específicos, cuando se ofertan para que los realice un único estudiante.

**6. Competencias a adquirir****TIPO A (CB): Competencias básicas/generales**

CB4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito del área de la Física a un público tanto especializado como no especializado.

CB5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Física con un alto grado de autonomía

**TIPO C (CE): Competencias específicas**

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.

CE11: 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.

**7. Metodologías**

Trabajo tutelado por un profesor del Grado en Física

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		12		100	112
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1		37	38
TOTAL		13		137	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

El tutor asignado a cada estudiante será el encargado de informarle de la bibliografía necesaria, si hubiera lugar, para la realización del trabajo fin de grado

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

Para superar esa asignatura el estudiante deberá presentar, exponer oralmente y defender una memoria sobre el trabajo realizado.

### Criterios de evaluación

Se evaluará la presentación, la exposición oral y la defensa de la memoria sobre el trabajo realizado.

### Instrumentos de evaluación

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.