



<p><b>Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código</b> Course title and code</p> <p><b>Nivel (Grado/Postgrado)</b> Level of course (Undergraduate/Postgraduate)</p> <p><b>Plan de estudios en que se integra</b> Programme in which is integrated</p> <p><b>Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa)</b> Type of course (Compulsory/Elective)</p> <p><b>Año en que se programa</b> year of study</p> <p><b>Calendario (Semestre)</b> Calendar (Semester)</p> <p><b>Créditos teóricos y prácticos</b> Credits (theory and practices)</p> <p><b>Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS)</b> Number of credits expressed as student workload (ECTS)</p> <p><b>Descriptor</b> Descriptors</p> <p><b>Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias)</b> Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)</p> <p><b>Prerrequisitos y recomendaciones</b> Prerequisites and advises</p>	<p>Electrodinámica Clásica</p> <p>Grado</p> <p>Troncal</p> <p>4</p> <p>Anual (30 semanas lectivas) Exámenes</p> <p>5+2.5</p> <p>5+2.5 : *1 ECTS= 25-30 horas de trabajo. ver más abajo actividades y horas de trabajo estimadas</p> <p><b>Ondas</b> electromagnéticas. Radiación de cargas en movimiento. Desarrollos multipolares. Efectos relativistas.</p> <p>El alumno adquirirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidad y métodos para la resolución de problemas</li> <li>• Capacidad de organización y planificación</li> <li>• Razonamiento crítico</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> </ul> <p>El alumno sabrá/ comprenderá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las bases teóricas del Electromagnetismo clásico partiendo de las ecuaciones de Maxwell tanto en su formulación en el dominio del tiempo como de la frecuencia.</li> <li>• Los teoremas fundamentales utilizados habitualmente para resolver problemas prácticos en Electromagnetismo.</li> <li>• Las ecuaciones diferenciales e integrales a utilizar en la resolución de problemas concretos y la forma de aplicarlas en casos concretos</li> <li>• Los fundamentos de la propagación de ondas planas en distintos tipos de medios así como de la incidencia de dichas ondas en la superficie de separación de dos medios con propiedades electromagnéticas diferentes.</li> <li>• Resolver problemas básicos de análisis y síntesis de sistemas de propagación guiada</li> <li>• Los fundamentos básicos de la radiación de antenas.</li> <li>• Formular las ecuaciones del electromagnetismo de forma covariante a la luz de la teoría de la relatividad especial</li> </ul> <p>El alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aplicar los conocimientos adquiridos para resolver situaciones concretas</li> <li>• comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos más comúnmente utilizados en electrodinámica (destrezas en resolución de problemas y destrezas matemáticas)</li> <li>• evaluar claramente los órdenes 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 (destrezas para la resolución de problemas).</li> <li>• Iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes (capacidad de aprender a aprender).</li> <li>• Aprender lo esencial de un proceso/situación y establecer un modelo de trabajo del mismo; el graduado debería ser capaz de realizar aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable; pensamiento crítico para construir modelos físicos (destrezas de modelado y de resolución de problemas).</li> <li>• Interpretar cálculos de forma independiente, aún cuando sea necesario un ordenador ; el graduado debería ser capaz de desarrollar programas sencillos de software (destrezas de resolución de problemas y destrezas informáticas)</li> </ul> <p>Recomendable haber cursado Fundamentos de Física, Métodos Matemáticos y Electromagnetismo</p>
---	--

**Contenidos/descriptores/palabras clave**  
Course contents/descriptors/key words

**Tema 1.** Fundamentos del campo electromagnético: Ecuaciones de Maxwell. Ecuaciones constitutivas. Tipos de medios  
**Tema 2:** Teoremas fundamentales: Teorema del vector de Poynting. Momento del campo electromagnético. Tensor electromagnético.  
**Tema 3.** Campos creados por una distribución arbitraria de fuentes: Transformaciones de contraste. Ecuación de ondas para los potenciales y los campos. Potenciales retardados. Expresiones de los campos. Dipolo hertziano. Desarrollo multipolar. Ecuaciones simétricas de Maxwell.  
**Tema 4.** Ondas electromagnéticas 1: Propagación en medios con pérdidas. Velocidad de grupo. Polarización.  
**Tema 5:** Ondas electromagnéticas 2: Incidencia normal. Coeficientes de reflexión y transmisión. Ondas estacionarias. Multicapas.  
**Tema 6.** Guías de onda: Propiedades generales. Guías con paredes conductoras. Guía rectangular. Energía y pérdidas  
**Tema 7.** Introducción a teoría de antenas: Antena lineal. Parámetros de antenas. Antenas frente a tierra. Agrupación de antenas lineales  
**Tema 8.** Repaso de las bases de la teoría de la relatividad especial: Postulados de Einstein. Transformaciones de Lorente. Cuadriectores. Tensores cudridimensionales. Formulación covariante.  
**Tema 9.** Formulación covariante de las ecuaciones de Maxwell: Cuadrivector densidad de corriente. Formulación covariante de la ecuación de ondas para los potenciales y de las ecuaciones de Maxwell. Transformación de los campos. Invariantes de campo. Cuadrivector densidad de fuerza. Fuerza de Minkowsky. Tensor energía-momento. Ley de conservación de la energía. Ley de conservación del momento.  
**Tema 10.** Carácter invariante de una onda plana. Cuadrivector número de onda. Carácter invariante de una onda plana. Efecto Doppler. Aberración. Cuadrivector energía-momento de una onda plana.  
**Tema 11.** Campos debidos a una carga puntual en movimiento: Formulación covariante de los potenciales de Lienard Wiechert. Cálculo de los campos. Potencia radiada. Formulación covariante de la variación temporal de energía y momento. Partículas cargadas en el seno de un campo electromagnético, radiación de frenado.

**Bibliografía recomendada**  
Recommended reading

1. R. Gómez Martín.: Propagación y radiación de ondas electromagnéticas, Publicaciones de la Universidad de Granada, 1985.
2. B. García Olmedo, Electromagnetismo, Publicaciones de la Universidad de Granada, 2006.
3. M. A. Heald and J. B. Marion, Classical Electromagnetic Radiation, Saunders College publishing, 1995
4. D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Prentice Hall, 1999.

**Métodos docentes**  
Teaching methods

**Sesiones académicas teóricas:** sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia.

**Sesiones académicas prácticas:** sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor resolverá ejercicios y problemas sobre los contenidos teóricos trabajados en cada tema.

**Taller de problemas:** Sesiones para todo el grupo de alumnos s, en las que éstos, bajo la supervisión del profesor, expongan la resolución ejercicios, de forma oral o escrita, previamente propuestos.

**Seminarios:** se discutirán aspectos específicos del temario que tengan especial relevancia o interés para los alumnos.

**Tutorías especializadas:** donde los alumnos en grupo reducidos o individualmente expondrán al profesor dudas y cuestiones sobre lo trabajado en las clases teóricas y prácticas.



	1	Clase teórica	Tema 2
3ª:	3	Clases teóricas	Tema 2
4ª:	1	Clases teóricas	Tema 2
	2	Clase práctica	Tema 2
5ª:	3	Clases teóricas	Tema 3
6ª:	3	Clases teóricas	Tema 3
7ª:	1	Clase práctica	Tema 3
	2	Clases teóricas	Tema 3
8ª:	2	Clase teórica	Tema 3
	1	Clase práctica	Tema 3
9ª:	2	Clases teórica	Tema 4
	1	Clase práctica	Tema 4
10ª:	1	Clase teórica	Tema 4
	2	Clases prácticas	Tema 4
11ª:	2	Clases teórica	Tema 5
	1	Clase practica	Tema 5
12ª:	1	Clase práctica	Tema 5
	2	Preparación de Actividades	
13ª:	2	Clases teóricas	Tema 6
	1	Clase práctica	Tema 6
14ª:	1	Clase teórica	Tema 6
	2	Clases prácticas	Tema 6
15ª:	2	Seminario	
	1	Tutoría colectiva	
<b>SEGUNDO CUATRIMESTRE</b>			
<b>2ºCUATR.</b>			
1ª:	2	Clases teóricas	Tema 7
2ª:	1	Clase prácticas	Tema 7
	1	Clase teórica	Tema 7
3ª:	1	Clase prácticas	Tema 7
	1	Clases teórica	Tema 8
4ª:	2	Clases teóricas	Tema 8
5ª:	1	Clase práctica	Tema 8
	1	Preparación de actividades	
6ª:	1	Preparación de actividades	
	1	Clase teórica	Tema 9
7ª:	1	Clase teórica	
	1	Clase práctica	Tema 9
8ª:	2	Clases teóricas	
9ª:	1	Clases práctica	Tema 9
	1	Clase teórica	Tema 10
10ª:	2	Clases teóricas	Tema 10
11ª:	2	Clases prácticas	Tema 10
12ª:	2	Clases teóricas	Tema 11
13ª:	2	Clases teóricas	Tema 11
14ª:	1	Clases prácticas	Tema 11
	1	Seminario	
15ª:	1	Seminario	
	1	Tutoría colectiva	



## **ANEXO I**

### **Competencias genéricas o transversales**

#### **Instrumentales**

Capacidad de análisis y síntesis  
Capacidad de organización y planificación  
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa  
Conocimiento de una lengua extranjera  
Conocimientos de informática relativos  
Capacidad de gestión de la información  
Resolución de problemas  
Toma de decisiones

#### **Personales**

Trabajo en equipo  
Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar  
Trabajo en un contexto internacional  
Habilidades en las relaciones interpersonales  
Razonamiento crítico  
Compromiso ético

#### **Sistémicas**

Aprendizaje autónomo  
Adaptación a nuevas situaciones  
Creatividad  
Liderazgo  
Conocimiento de otras culturas y costumbres  
Iniciativa y espíritu emprendedor  
Motivación por la calidad  
Sensibilidad hacia temas medioambientales

## **Anexo II**

### **Competencias específicas**

#### **Cognitivas (Saber)**

1. Adquirir cualificaciones adicionales para la profesión, a través de unidades opcionales diferentes a la física (Actitudes interpersonales /habilidades).
2. 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 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 (Destrezas de investigación básica y aplicada).
3. Estar preparado para competir por un puesto docente en física en la educación secundaria. (Espectros de empleos accesibles).
4. Tener un conocimiento en profundidad sobre las bases de la física moderna, por ejemplo en lo concerniente a teoría cuántica, etc. (Cultura General Profunda en Física).
5. Tener un buen conocimiento sobre la situación del arte en, por lo menos, una de las especialidades actuales de la física (Familiaridad con las fronteras de la investigación).
6. 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. (Comprensión teórica de fenómenos físicos).
7. Haberse familiarizado con el "trabajo de genios", es decir, con la variedad y deleite de los descubrimientos y teorías físicas, desarrollando de este modo una conciencia de los más altos estándares. (Sensibilidad con respecto a estándares absolutos).
8. Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la física, no sólo a través de su significancia 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 (Cultura general en Física).

#### **Procedimentales/Instrumentales (Saber hacer)**

1. Ser capaz de llevar adelante las siguientes actividades: promover y desarrollar la innovación científica y tecnológica; planificación y gestión de tecnologías relacionadas con la física, en sectores tales como la industria, medio ambiente, salud, patrimonio cultural, administración pública, banca; alto nivel de popularización de las cuestiones concernientes a la cultura científica y de aspectos aplicados a la física clásica y moderna.(Espectro de empleos accesibles).
2. Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos. (Destrezas de modelación).
3. 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. (Destrezas experimentales y de laboratorio).
4. Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados. (Destrezas en resolución de problemas y destrezas matemáticas).
5. Ser capaz de llevar adelante las siguientes actividades: actividades profesionales en el marco de tecnologías aplicadas, tanto a nivel de laboratorio como industrial, relativos en general a la física y, en particular, a la radio protección; telecomunicación; tele-sensing; control remoto por satélite, control de calidad, participación en actividades de centros de investigación públicos y privados (incluyendo gerencia); teniendo en cuenta el análisis y cuestiones de modelado y de la física compleja y aspectos informáticos. (Espectro de empleos accesibles).
6. 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. (Destrezas para la resolución de problemas).
7. Haber mejorado el manejo de lenguas extranjeras a través de cursos impartidos en otros idiomas, por ejemplo estudios en el extranjero a través de programas de intercambio, reconocimiento de créditos en universidades extranjeras o centros de investigación (Destrezas generales y específicas en lenguas extranjeras).

### **Actitudinales (Ser)**

1. Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográficos tanto a

profesionales como a público en general (Habilidades específicas de comunicación).

2. Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes (Capacidad de aprender a aprender).
3. Ser capaz de entender los problemas socialmente relacionados que confrontan la profesión y comprender las características éticas de la investigación de la actividad profesional en Física y su responsabilidad para proteger la salud pública y el medio ambiente.(Conciencia ética general y específica).
4. Ser capaz de desarrollar un sentido personal de la responsabilidad dada la libre elección de cursos a través del amplio espectro de técnicas científicas ofrecidas en el currículo, el estudiante / graduado debería ser capaz de obtener flexibilidad profesional. (Destrezas humanas / profesionales).
5. 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. (Destrezas de modelado y de resolución de problemas).
6. Ser capaz de interpretar cálculos de forma independiente, aún cuando sea necesario un ordenador pequeño o uno grande, el graduado debería ser capaz de desarrollar programas de software (Destrezas de resolución de problemas y destrezas informáticas).
7. 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. (Búsqueda de bibliografía y otras destrezas) 14. Ser capaz de trabajar con un alto grado de autonomía, aún aceptando responsabilidades en la planificación de proyectos y en el manejo de estructuras. (Destrezas de Gestión).
8. Aprovechar la facilidad para mantenerse informado de los nuevos desarrollos y la habilidad para proveer consejo profesional en un rango de aplicaciones posibles. (Destrezas específicas de actualización).

### ANEXO III

<b>CRÉDITO ECTS</b>		
<b>COMPONENTE LRU (nº cred. LRUx10)</b>		<b>RESTO (hasta completar el total de horas de trabajo del estudiante)</b>
<b>70%</b>	<b>30%</b>	
<p>Clases Teóricas Clases Prácticas, incluyendo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prácticas de campo</li> <li>• prácticas de laboratorio</li> <li>• prácticas asistenciales</li> </ul> <p>Todas ellas en la proporción establecida en el Plan de Estudios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarios</li> <li>• Exposiciones de trabajos por los estudiantes</li> <li>• Excursiones y visitas</li> <li>• Tutorías colectivas</li> <li>• Elaboración de trabajos prácticos con presencia del profesor</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de Actividades Académicas Dirigidas sin presencia del profesor</li> <li>• Otro Trabajo Personal Autónomo (entendido, en general, como horas de estudio, Trabajo Personal...)</li> <li>• Tutorías individuales</li> <li>• Realización de exámenes</li> <li>• ...</li> </ul>