

Proyecto docente de la asignatura

Asignatura	ELECTROMAGNETISMO		
Materia	ELECTROMAGNETISMO		
Módulo			
Titulación	GRADO EN FÍSICA		
		Código	45758
Periodo de impartición	ANUAL	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	12		
Lengua en que se imparte	ESPAÑOL		
Profesor/es responsable/s	ANA CRISTINA LÓPEZ CABECEIRA ISMAEL BARBA GARCÍA		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	A.C. LÓPEZ: 983 423894, anac.lopez@uva.es I. BARBA: 983 423223, ismael.barba@uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Grados → Grado en Física → Tutorías		
Departamento	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Siendo las fuerzas electromagnéticas una de las cuatro fuerzas fundamentales de la Naturaleza, la formación académica de un estudiante del Grado en Física ha de tener como uno de sus pilares el estudio del Electromagnetismo.

En esta asignatura obligatoria, situada en tercer curso del Grado en Física, se estudian los fenómenos físicos macroscópicos relacionados con la carga eléctrica y se describen mediante campos eléctricos y magnéticos, unificados finalmente en las ecuaciones de Maxwell. Todas estas bases teóricas son presentadas con rigor y aplicadas posteriormente en la resolución de problemas.

1.2 Relación con otras materias

Fundamentos de Campos y Ondas
Técnicas Experimentales I y III
Propiedades eléctricas y magnéticas de la materia
Electrodinámica Clásica
Electromagnetismo de Alta Frecuencia

1.3 Prerrequisitos

Conocimientos de Álgebra y Análisis vectoriales, teoría de Funciones de variable compleja y Análisis Funcional, en particular, la Transformación de Fourier. Conocimientos básicos de Electromagnetismo (Fundamentos de Campos y Ondas) y de la estructura de la materia.

2. Competencias

2.1 Generales

Código	Descripción
T1	Capacidad de análisis y de síntesis.
T2	Capacidad de organización y planificación.
T3	Capacidad de comunicación oral y escrita.
T4	Capacidad de resolución de problemas.
T5	Capacidad de trabajar en equipo.
T7	Capacidad de trabajo y aprendizaje autónomo.
T8	Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
T9	Creatividad

2.2 Específicas

Código	Descripción
E1	
E2	
E3	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.
E4	Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.
E5	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 y, por lo tanto, permiten el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas. Discernir cuáles son los actores principales a la hora de explicar un determinado fenómeno físico.
E6	Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable, fundamental de todo estudio científico.
E8	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.
E10	Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.
E11	Adquirir familiaridad con las fronteras de la investigación.
E12	Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, de su estructura lógica y matemática y su soporte experimental.
E13	Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.
E14	Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, y ser capaz de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.
E15	Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Dominar la descripción básica de la creación de campos electromagnéticos por cargas y corrientes, y de la acción de los campos sobre las cargas.
- Conocer la descripción del Electromagnetismo en términos de los potenciales.
- Conocer cómo se comportan los medios materiales en presencia de campos eléctricos y magnéticos estáticos.
- Adquirir las nociones básicas de la teoría de circuitos de parámetros concentrados y distribuidos.
- Manejar con soltura las ecuaciones de Maxwell en su forma diferencial e integral.
- Aprovechar los métodos y herramientas conceptuales usados en el estudio del campo Electromagnético para la descripción de otros campos físicos.



4. Contenidos

- Electrostática en el vacío y en presencia de medios materiales.
- Desarrollo multipolar del potencial electrostático.
- Problemas del potencial.
- Corriente eléctrica estacionaria.
- Teoría de Circuitos de corriente continua.
- Magnetostática en el vacío y en presencia de medios materiales.
- Inducción electromagnética.
- Corrientes lentamente variables. Circuitos de corriente alterna.
- Ecuaciones de Maxwell.
- Ondas electromagnéticas.

Bloque 1: ELECTROSTÁTICA

Carga de trabajo en créditos ECTS:

Contextualización y justificación

La asignatura se desarrolla siguiendo un proceso inductivo partiendo de leyes experimentales. En este primer bloque se estudia la Electrostática en el vacío y en presencia de medios materiales.

Objetivos de aprendizaje

- Calcular el campo electrostático y el potencial electrostático asociados a distribuciones de carga discretas y continuas.
- Entender las consecuencias de las ecuaciones fundamentales del campo electrostático en sus formas diferencial e integral.
- Analizar el desarrollo multipolar del potencial electrostático. Campo y potencial del dipolo eléctrico.
- Clasificar los medios materiales según su interacción macroscópica con los campos electrostáticos.
- Estudiar los sistemas de conductores en equilibrio electrostático. Condensadores.
- Entender los mecanismos de polarización de los medios dieléctricos. Calcular y entender las cargas de polarización como fuentes del campo.
- Aplicar el Teorema de Gauss a problemas de campo electrostático.
- Formular los problemas electrostáticos como el problema de potencial con condiciones de contorno.
- Calcular la energía electrostática de sistemas de carga eléctrica. Fuerzas electrostáticas.

Contenidos

Introducción histórica. Interacción entre cargas eléctricas en reposo. Electrostática en el vacío. Electrostática en medios materiales. Desarrollo multipolar. Problemas de potencial. Energía electrostática.

Plan de Trabajo

Este bloque se organiza en los siguientes temas y epígrafes:

TEMA 1.- ELECTROSTÁTICA EN EL VACÍO.

- Introducción: Carga eléctrica. Ley de Coulomb.
- Cargas puntuales y distribuciones continuas de cargas.
- El campo eléctrico. Líneas de fuerza.
- El potencial electrostático. Superficies equipotenciales.
- La energía del campo electrostático.
- Ley de Gauss. Aplicaciones.
- Condiciones de contorno para el campo electrostático.
- El dipolo eléctrico. Desarrollo multipolar.

TEMA 2.- ELECTROSTÁTICA EN PRESENCIA DE CONDUCTORES.

- Conductores y aislantes.
- Conductores en equilibrio electrostático. Cavidades.
- Condiciones de contorno.
- Sistemas de conductores. Coeficientes de capacidad y potencial.
- Condensadores.
- Energía y fuerzas electrostáticas en sistemas de conductores.

TEMA 3.- ELECTROSTÁTICA EN PRESENCIA DE MEDIOS DIELECTRICOS.

- Dieléctricos. Polarización y mecanismos de polarización.
- El vector desplazamiento eléctrico. Ley de Gauss generalizada.
- Relaciones constitutivas: susceptibilidad y permitividad eléctricas.
- Clasificación de los medios dieléctricos.
- Condiciones de contorno en presencia de dieléctricos.
- Energía y fuerzas electrostáticas en presencia de dieléctricos.

TEMA 4.- TEORÍA DEL POTENCIAL.

- Ecuación de Poisson. Ecuación de Laplace.
- Problemas de potencial: Métodos generales.

Bloque 2: CORRIENTE ELÉCTRICA ESTACIONARIA.

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,80

Contextualización y justificación

El estudio del campo magnético estático en el siguiente bloque requiere la comprensión del concepto de corriente estacionaria como fuente vectorial del mismo.

Objetivos de aprendizaje

- Entender el transporte de carga eléctrica bajo la acción de un campo eléctrico en una corriente estacionaria.
- Definir del vector densidad de corriente y conocer sus características en corriente estacionaria.
- Entender la necesidad de fuentes de f.e.m. Campo eléctrico no conservativo.
- Conocer las leyes básicas de la Teoría de Circuitos de corriente continua.

Contenidos

Definición de corriente eléctrica estacionaria. Vector densidad de corriente. Fuentes de f.e.m. Ley de Joule. Teoría de Circuitos de corriente continua: Leyes de Kirchhoff.

Plan de Trabajo

Este bloque se organiza en el siguiente tema y sus epígrafes:

TEMA 5.- CORRIENTE ELÉCTRICA.

- Naturaleza de la corriente eléctrica. Densidad e intensidad de corriente.
- La ecuación de continuidad.
- Ley de Ohm y ley de Joule.
- Solución de problemas de corrientes estacionarias. Condiciones de contorno.
- Generadores. Fuerza electromotriz.
- Relajación de la carga. Tiempo de relajación.
- Circuitos de corriente continua. Teoría de circuitos: Leyes de Kirchhoff.

Bloque 3: MAGNETOSTÁTICA. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.

Carga de trabajo en créditos ECTS: 5,50

Contextualización y justificación

La ley de Ampere de la interacción entre corrientes estacionarias lleva a la introducción de campo magnetostático. En este bloque se estudia la Magnetostática en el vacío y en presencia de medios materiales. Se incluye el fenómeno de inducción electromagnética y el estudio de las corrientes lentamente variables.

Objetivos de aprendizaje

- Calcular el campo magnetostático asociados a sistemas de corriente estacionaria.
- Entender las consecuencias de las ecuaciones fundamentales del campo magnetostático en sus formas diferencial e integral. Inexistencia del monopolo magnético.
- Manejar los potenciales magnéticos. Campo y potencial del dipolo magnético.
- Comprender el fenómeno de inducción electromagnética y su descripción por la ley de Faraday en medios estacionarios o en movimiento.
- Calcular la energía electrostática de sistemas de corriente estacionaria. Fuerzas magnetostáticas.
- Conocer las leyes básicas de la Teoría de Circuitos de corriente alterna.
- Clasificar los medios materiales según su interacción macroscópica con los campos magnéticos. Mecanismos de magnetización de la materia.
- Calcular y entender las corrientes de magnetización y las cargas de magnetización como fuentes del campo.

Contenidos

Magnetostática en el vacío. Inducción electromagnética. Corriente alterna. Magnetostática en medios materiales.

Plan de Trabajo

Este bloque se organiza en los siguientes temas y epígrafes:

TEMA 6.- MAGNETOSTÁTICA EN EL VACÍO.

- Interacción entre corrientes. Ley de Ampère.
- El campo de inducción magnética. Ley de Biot y Savart.
- Fuerza de Lorentz. Movimiento de partículas cargadas.
- Ecuaciones del campo magnetostático. Teorema de Ampère.
- Potencial vector y potencial escalar magnéticos.
- El dipolo magnético. Desarrollo multipolar.

TEMA 7.- INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.

- Ley de inducción de Faraday. Medios estacionarios y medios en movimiento.
- Coeficientes de autoinducción y de inducción mutua. Fórmula de Neumann.
- Energía en sistemas de corrientes.
- Energía en el campo magnético. Fuerzas magnéticas.

TEMA 8- CORRIENTES LENTAMENTE VARIABLES.

- Corrientes lentamente variables. Leyes de Kirchhoff.
- Régimen transitorio y régimen estacionario en circuitos.
- Corriente alterna. Notación fasorial. Impedancia.
- Potencia en circuitos de corriente alterna.

TEMA 9.- MAGNETOSTÁTICA EN PRESENCIA DE MEDIOS MATERIALES.

- Magnetización. Corrientes de magnetización.
- El vector campo magnético. Ley de Ampère generalizada.
- Relaciones constitutivas: susceptibilidad y permeabilidad magnéticas.
- Clasificación de los medios magnéticos.
- Condiciones de contorno en presencia de medios magnéticos.
- Energía y fuerzas en presencia de medios magnéticos.
- Circuitos magnéticos.

Bloque 4: ECUACIONES DE MAXWELL. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,50

Contextualización y justificación

En este bloque final de la asignatura se recopilan las ecuaciones de campos estáticos y se cuestiona su aplicación a fenómenos variables en el tiempo llevando a las ecuaciones de Maxwell.

Objetivos de aprendizaje

- Manejar con soltura las ecuaciones de Maxwell en su forma diferencial e integral.
- Describir la coherencia en las fuentes del campo electromagnético.
- Obtener como solución las ondas electromagnéticas. Espectro electromagnético.
- Conocer las principales características de propagación de las ondas EM en la materia.

Contenidos

Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas.

Plan de Trabajo

Este bloque se organiza en el siguiente tema y sus epígrafes:

TEMA 10.- LAS ECUACIONES DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO.

- La corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell.
- Potenciales electromagnéticos.
- Energía del campo electromagnético. Teorema de Poynting.
- Momento del campo electromagnético.
- La ecuación de ondas. Ondas planas.
- Ondas planas armónicas. Ecuación de Helmholtz.
- Propagación en medios dieléctricos y en medios conductores.

Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Electrostática	5,20	1 ^{er} cuatrimestre
Bloque 2: Corriente Eléctrica Estacionaria.	0,80	
Bloque 3: Magnetostática. Inducción Electromagnética	5,50	2 ^o cuatrimestre
Bloque 3: Ecuaciones de Maxwell. Ondas Electromagnéticas	0,50	

Bibliografía básica

- WAGNESS R., *Campos electromagnéticos*, Limusa, 2010.
- REITZ, J. *et al.*, *Fundamentos de la teoría electromagnética*. Pearson Education, 1999.
- JACKSON, J. D., *Classical Electrodynamics*, Wiley, 1999.
- GASCÓN, F. *et al.*, *Electricidad y magnetismo: ejercicios y problemas resueltos*, McGraw-Hill, 1997.

Bibliografía complementaria

- D. J. GRIFFITHS, *Introduction to Electrodynamics*. Ed. PHI Learning, 3rd ed., 2012, ISBN 978-81-203-1601-0
- W. H. HAYT JR., J. A. BUCK, *Teoría electromagnética*, Ed. McGraw Hill, 2006, ISBN 970-10-5620-5
- R. S. ELLIOT, *Electromagnetics: history, theory, and applications*, Ed. IEEE PRESS, 1993, ISBN 0-7803-1024-1
- W. K. H. PANOFSKY, M. PHILLIPS, *Classical electricity and magnetism*, Ed. Dover Publications Inc., 2005.
- V. SERRANO *et al.*, *Electricidad y Magnetismo*, Ed. Prentice-Hall, 2001.
- GONZÁLEZ, *Problemas de Campos Electromagnéticos*, Ed. McGraw Hill, Serie Schaum.
- M. R. SPIEGEL, *Análisis vectorial*, Ed. McGraw Hill, 2004.
- M. R. SPIEGEL, *Manual de fórmulas y tablas matemáticas*, Serie Schaum, Ed. McGraw Hill.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Clase magistral participativa con exposición teórica y resolución de problemas.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	ECTS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	ECTS
Clases de teoría en aula	2,80	Estudio autónomo y resolución de problemas	4,80
Clases de problemas en aula	2,20	Preparación y redacción de trabajos y ejercicios	1,20
Trabajo en laboratorios	-	Redacción de informes de laboratorio	-
Clases en aula de informática	-	Búsquedas bibliográficas	0,52
Tutorías, seminarios y presentación de trabajos	0,48		
Sesiones de evaluación	0,20		
Total presencial	5,48	Total no presencial	6,52

7. Sistema y características de la evaluación

Según el calendario académico actual, se realiza un examen parcial del primer cuatrimestre (enero), que puede liberar materia, y exámen final en las convocatorias ordinaria y extraordinaria (junio). La convocatoria ordinaria tiene versión 2º Parcial o versión Examen Total a elección del estudiante. El alumno que realice ambos parciales obtendrá su calificación mediante la nota media de ambos, sin necesidad de nota mínima.

- Todas las pruebas escritas consisten en un examen de cuestiones teórico-prácticas.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen Parcial 1er cuatrimestre	50%	Debe realizarse el examen parcial del 2do cuatrimestre (convocatoria ordinaria)
Examen Parcial 2do cuatrimestre	50%	Si se ha realizado el examen parcial del 1er cuatrimestre (convocatoria ordinaria)
Examen Total	100%	Ambas convocatorias.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Posibilidad de superar la asignatura mediante los exámenes parciales del primer y del segundo cuatrimestre, o bien mediante un examen global (incluye la renuncia a la calificación del primer parcial).
El estudiante que se haya presentado al primer parcial deberá elegir si realiza el examen parcial correspondiente al segundo cuatrimestre o si opta por el examen final.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Examen global de la asignatura (no se computan las calificaciones obtenidas en los exámenes parciales).