Electrodinámica Clásica

Curso Académico: (2021 / 2022) **Fecha de revisión: 24/05/2021 12:09:11**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Física

Coordinador/a: MARTIN SOLIS, JOSE RAMON

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1 Cuatrimestre : 1

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Electromagnetismo, Física general y Matemáticas (Álgebra, Cálculo, Análisis vectorial) a nivel de grado

OBJETIVOS

El curso proporcionará a los estudiantes una formación en la teoría del campo electromagnético y dinámica de partículas cargadas, especialmente apropiada para su aplicación a la física de plasmas y la ciencia de la fusión nuclear.

El estudiante debe desarrollar las siguientes competencias:

Competencias básicas:

* Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
* Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
* Saber integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
* Saber comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones útimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
* Adquirir habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias generales:

* Conocimiento de las aplicaciones técnicas básicas de la ciencia física como tradicionalmente se estudiaba en las ciencias aplicadas.
* Haber adquirido una formación suficiente para abrirse a estudios avanzados en la especialización del segundo añoo del máster (centrada en el campo de la fusión nuclear) y durante el desarrollo del Trabajo fin de máster.
* Haber aprendido la filosofía básica del pensamiento técnico y científico.
* Ser capaz de estudiar y trabajar en un problema práctico y concreto de forma independiente.
* Ser capaz de generar modelos teóricos a través de los cuales los resultados de la investigación puedan ser descritos y comprendidos.
* Ser capaz de dar cuenta de forma oral y escrita del procedimiento seguido y los resultados obtenidos en el experimento junto con la interpretación.
* Desarrollar un sentido de responsabilidad.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Electrostática
   1.1 El campo eléctrico
      1.1.1 Carga eléctrica

- 1.1.2 Ley de Coulomb
- 1.1.3 Campo eléctrico
- 1.1.4 Distribuciones continuas de carga
- 1.2 Teorema de Helmholtz
- 1.3 Divergencia del campo eléctrico
  - 1.3.1 Divergencia del campo eléctrico. Ley de Gauss
  - 1.3.2 Aplicaciones de la ley de Gauss
- 1.4 Rotacional del campo eléctrico
  - 1.4.1 Rotacional del campo eléctrico. Propiedad conservativa
  - 1.4.2 Potencial eléctrico
  - 1.4.3 Trabajo sobre una carga en un campo eléctrico
  - 1.4.4 Energía potencial electrostática
- 1.5 Conductores en equilibrio electrostático
  - 1.5.1 Propiedades básicas
  - 1.5.2 Sistemas de conductores. Comdensadores
- 1.6 Energía electrostática
  - 1.6.1 Energía de un sistema de cargas puntuales
  - 1.6.2 Energía de una distribución continua de carga. Energía de un sistema de conductores
  - 1.6.3 Energía en función del campo eléctrico
  - 1.6.4 Fuerzas
- 1.7 Métodos especiales en electrostática
  - 1.7.1 Ecuaciones de Poisson y Laplace
  - 1.7.2 Propiedades de la ecuación de Laplace. Linealidad y unicidad
  - 1.7.3 El método de las imágenes electrostáticas
  - 1.7.4 Separación de variables

2. Electrostática en medios materiales
   - 2.1 Desarrollo multipolar del potencial. Dipolo eléctrico
   - 2.2 Polarización
   - 2.3 Campo eléctrico de un objeto polarizado. Cargas ligadas o de polarización
   - 2.4 Ley de Gauss en medios dieléctricos. Desplazamento eléctrico
   - 2.5 Dieléctricos lineales. Susceptibilidad, permitividad y constante dieléctrica
   - 2.6 Condiciones de frontera
   - 2.7 Energía en medios dieléctricos. Fuerzas
3. Magnetostática
   - 3.1 Corriente eléctrica
     - 3.1.1 Distribuciones de corriente. Densidad de corriente
     - 3.1.2 Ecuación de continuidad
     - 3.1.3 Ley de Ohm. Conductividad y resistividad
     - 3.1.4 Ley de Joule
   - 3.2 Fuerzas magnéticas
     - 3.2.1 Campo o inducción magnética
     - 3.2.2 Fuerza magnética sobre una carga puntual. Movimiento ciclotrón. Fuerza de Lorentz
     - 3.2.3 Fuerza magnética sobre hilos de corriente. Momento magnético de una Espira de corriente
     - 3.2.4 Fuerza magnética sobre distribuciones de corriente de volumen y distribuciones superficiales de corriente. Elemento de corriente
   - 3.3 Campo magnético de corrientes estacionarias
     - 3.3.1 Ley de fuerzas de Ampère entre corrientes
     - 3.3.2 Ley de Biot-Savart. Ejemplos
     - 3.3.3 Campo magnético debido a distribuciones de corriente de volumen y distribuciones superficiales de corriente
   - 3.4 Divergencia del campo magnético. Flujo magnético
   - 3.5 Rotacional del campo magnético
     - 3.5.1 Rotacional del campo magnético. Ley de Ampère
     - 3.5.2 Aplicaciones de la ley de Ampère
   - 3.6 Potencial vector magnético
4. Magnetismo en la materia
   - 4.1 Desarrollo multipolar del potencial vector. Dipolo magnético
   - 4.2 Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo
   - 4.3 Imanación (magnetización)
   - 4.4 Campo magnético de un objeto imanado. Corrientes ligadas o de imanación

4.5 Ley de Ampère en materiales magnéticos. Intensidad de campo magnético o campo H
4.6 Medios lineales y no lineales
4.6.1 Susceptibilidad magnética y permeabilidad
4.6.2 Ferromagnetismo. Histéresis
4.7 Condiciones de frontera
4.8 Circuitos magnéticos
4.9 Potencial escalar magnético
5. Inducción electromagnética
5.1 Fuerza electromotriz
5.2 Ley de inducción de Faraday. Ley de Lenz
5.3 Circuitos en movimiento. Fuerza electromotriz inducida
5.4 Medios estacionarios. Campo eléctrico inducido. Ley de Faraday
5.5 Autoinductancia e inductancia mutua
5.6 Energía magnética
5.6.1 Energía magnética de un sistema de circuitos rígidos y estacionarios
5.6.2 Energía magnética de una distribución de corrientes estacionaria
5.6.3 Energía magnética en función del campo
5.6.4 Energía perdida en un ciclo de histéresis
5.6.5 Fuerzas magnéticas
6. Propiedades electromagnéticas de los superconductores
6.1 Introducción. Superconductividad. Temperatura y campo crítico. Efecto Meissner. Superconductores de tipo I y II
6.2 Descripciones del estado magnético de un superconductor
6.2.1 Material diamagnético perfecto
6.2.2 Material con corriente superficial libre
6.3 Ecuaciones de London. Longitud de penetración de London
7. Ecuaciones de Maxwell
7.1 La ley de Ampère generalizada. Corriente de desplazamiento
7.2 Ecuaciones de Maxwell
7.3 Ecuaciones de Maxwell en la materia
7.4 Condiciones de frontera
7.5 Leyes de conservación
7.5.1 Conservación de la carga. Ecuación de continuidad
7.5.2 Conservación de la energía. Teorema de Poynting
7.5.3 Conservación del momento. Tensor de tensiones de Maxwell
7.5.4 Momento angular
8. Ondas electromagnéticas
8.1 Ondas electromagnéticas en vacío
8.1.1 La ecuación de ondas para E y B
8.1.2 Ondas planas monocromáticas
8.1.3 Energía y momento de las ondas electromagnéticas
8.2 Ondas electromagnéticas en la materia
8.2.1 Propagación en medios lineales
8.2.2 Reflexión y transmisión (incidencia normal)
8.2.3 Reflexión y transmisión (incidencia oblicua)
8.3 Absorción y dispersión
8.3.1 Ondas electromagnéticas en conductores
8.3.2 Reflexión en una superficie conductora
8.3.3 Dependencia de la permitividad en la frecuencia
8.4 Ondas en medio confinados
8.4.1 Guías de ondas. Modos eléctricos (TE) y magnéticos (TM) transversales. Modos TE en una guía de ondas rectangular
8.4.2 La línea de transmisión coaxial
8.4.3 Cavidades resonantes
9. Potenciales y campos
9.1 Potencial escalar y potencial vector
9.2 Condición (gauge) de Lorentz y de Coulomb
9.3 Ecuaciones de onda para los potenciales
9.4 Potenciales retardados
9.5 Cargas puntuales
9.5.1 Potenciales de Liénard-Wiechert
9.5.2 Campos debidos a una carga puntual en movimiento

10. Radiación
    10.1 ¿ Qué es radiación ?
    10.2 Radiación de un dipolo eléctrico oscilante
    10.3 Radiación de un dipolo magnético oscilante
    10.4 Radiación de fuentes arbitrarias
    10.5 Potencia radiada por una carga puntual

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

* Clases de teoría en las que se presentarán los conocimientos que los alumnos deben adquirir. El profesor proporcionará la semana anterior una presentación que contiene los contenidos que discutirán así como la bibliografía que se usará

* Clases prácticas que incluyen:

  - Resolución y discusión por parte de los alumnos de problemas propuestos

  - Aplicación de los conceptos introducidos en las clases teóricas a problemas de la física de plasmas y la fusión nuclear

* Se fijarán horas de tutorías individualizadas a través de la página web del curso en Aula Global. Es posible fijar sesiones en otros momentos mediante cita con el profesor.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen/Prueba Final:	0
Peso porcentual del resto de la evaluación:	100

Evaluación continua (100% de la nota final):

- Resolución y discusión en las clases prácticas por parte de los alumnos de los problemas propuestos a lo largo del curso (25%).

- Resultados de pruebas de evaluación realizadas a lo largo del curso (75%). Estas pruebas de evaluación consistirán principalmente en la resolución de problemas propuestos relacionados con la matera impartida en las sesiones teóricas y prácticas

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- J.R. Reitz, F.J. Milford and R.W. Christy Fundamentos de la teoría electromagnética, Addison-Wesley Iberoamericana, 2014

- R.K. Wangsness Campos electromagnéticos, Limusa, 1997

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- L. D. Landau, E.M. Lifshitz Teoría Clásica de los Campos, Reverté, 1994