

PROGRAMA ANALÍTICO Y DE EXAMEN ELECTROMAGNETISMO (PARA FÍSICOS)

1 Identificación

1.1. **Facultad de ciencias exactas y naturales y agrimensura**

1.2. DEPARTAMENTO: Física

1.3. ÁREA: Electromagnetismo

1.4 ASIGNATURA: Electromagnetismo

1.5 CARRERA: Licenciatura en Ciencias Físicas

Año en que se dicta: 3to. año. 1er. Cuatrimestre.

1.6 PROFESOR RESPONSABLE:

Apellido y nombres: Manuel Arturo Pulido

Título máximo alcanzado: Doctor en Física

1.7 MODALIDAD: Cuatrimestral

1.8 CARGA HORARIA TOTAL: 96 Hrs.

1.9 CARGA HORARIA SEMANAL TEÓRICO-PRACTICA: 6 hrs.

2 Descripción

El electromagnetismo junto con la mecánica clásica y la cuántica forman la base teórica de un Licenciado en Física. Es a través de esta base teórica donde se logra la abstracción de los conceptos previamente adquiridos en un carácter más fenomenológico en las materias de física elemental, en particular electricidad y magnetismo.

Muchos de los métodos y conceptos adquiridos durante el curso del electromagnetismo son de fundamental importancia durante el desarrollo profesional del Licenciado. En cuanto a los métodos, no es de sorprender que un gran número de las técnicas matemáticas que se adquieren a través del electromagnetismo sean aspectos esenciales en varias ramas de la física.

El electromagnetismo ofrece también al alumno una intrigante dualidad, por un lado forma una teoría cerrada y coherente, por otro existen varias áreas con una activa investigación. Se espera el estudiante recepcione esta dualidad y sepa distinguir claramente entre las áreas plenamente comprendidas de aquellas que aún ofrecen interesantes perspectivas de investigación.

Por último, es un gran desafío para el docente poder transmitir la gran belleza y elegancia del electromagnetismo, cuya fascinante evolución se remonta a los experimentos básicos realizados por Cavendish en el siglo XVIII y para que después de casi un siglo de numerosas contribuciones dieran lugar a la formulación matemática publicada por Maxwell en 1864. Aún hoy después de más de un siglo la teoría electromagnética continua produciendo numerosas aplicaciones, desde la energía eléctrica hasta las telecomunicaciones, que han cambiado la forma de vivir y pensar de la humanidad.

2.1 Objetivos generales de la asignatura

- La asimilación de los conceptos de electromagnetismo clásico por parte del alumno.

- El aprendizaje de nuevas técnicas matemáticas con la directa aplicación de éstas a problemas físicos reales.
- Desarrollo de un pensamiento crítico y habilidades de razonamiento independiente.
- Mejorar la capacidad del alumno en la resolución de problemas teóricos y aplicados.

2.2 Objetivos particulares

- Proporcionar al alumno una visión universal de la teoría electromagnética de Maxwell.
- Comprender el efecto de dieléctricos y materiales magnéticos sobre campos eléctricos y magnéticos.
- Comprender los fenómenos de generación, propagación y guías de ondas electromagnéticas.
- Desarrollar y utilizar en problemas de electromagnetismo técnicas matemáticas entre las cuales se incluyen la resolución de problemas en derivadas parciales con condiciones de contorno, el uso de expansiones ortogonales en distintas coordenadas (armónicos esféricos, cilíndricos, funciones esféricas de Bessel), la aplicación de la teoría de Fourier en el análisis de señales electromagnéticas.
- El estudiante estará completamente familiar con las ecuaciones de Maxwell, tendrá una clara imagen mental de que significa cada ecuación y de los posibles técnicas existentes para resolver estas ecuaciones.

2.3 Tipos de actividades

Clases teórico-prácticas

2.3.1 Técnicas o estrategias didácticas

- **Clases teóricas:** En la primera parte se expondrán durante dos horas los conceptos teóricos con ejemplos de su aplicación. Se pondrá especial énfasis en clarificar y profundizar la parte conceptual y metodológica que se aborda. También se describirán con detalle las herramientas matemáticas que se introducen por primera vez en la carrera al estudiante. En todo momento se preve dar al alumno una visión general independiente del “álgebra” tanto en los aspectos físicos como matemáticos del problema particular.
- **Clases prácticas:** La segunda parte se dedicará a la resolución de problemas por parte de los alumnos en forma individual. Para esto se confeccionarán y darán guías de problemas al comienzo de cada unidad temática. En todo momento se tratará de que el alumno forme la capacidad de plantear y resolver los problemas independientemente. Cuando se presenten dificultades se los ayudará en forma individual. La duración de las clases prácticas será de una hora.

En la introducción de temas nuevos o cuando se crea conveniente se resolverá en el pizarrón un problema tipo con un análisis pormenorizado del planteo del problema, las herramientas que se utilizan para resolverlo, la resolución y la examinación de los resultados obtenidos

alcances y limitaciones. También se recurrirá a este medio cuando se observen dificultades reiteradas en la resolución de un problema particular.

2.3.2 Para el aprendizaje autónomo

El autoaprendizaje resulta esencial en materias como estas que evolucionan permanentemente, por esto se incentivará al alumno a la lecto-comprensión de publicaciones especializadas del área. En cuanto al aprendizaje en el aula también se enfocará en que el alumno desarrolle las capacidades necesarias para que pueda adquirir nuevos conocimientos autonomamente.

2.4 Régimen de promoción

Evaluaciones parciales

Se planifican tres evaluaciones parciales consistentes en la resolución de problemas de aplicación y en responder alguna pregunta conceptual. Los parciales serán aprobados con un 60% de puntaje y existirá la posibilidad de recuperación en el caso de que el alumno no alcance los objetivos mínimos.

Regularidad

Dada las características de la asignatura es de importancia para los estudiantes la asimilación de conceptos en forma gradual, para esto se les sugerirá fuertemente la asistencia a las clases teóricas y llevar las guías de practicos al día.

Por esto, se prevee que para que un alumno tenga la condición de Regular debe cumplir los siguientes requisitos:

- Asistencia al 80% de las clases teórico-prácticas.
- Aprobación de dos evaluaciones parciales.

Aprobación

La aprobación definitiva de la materia se concreta mediante un Examen Final sujeto a la reglamentación vigente en la Facultad.

3 Programa analítico

- **Unidad 1. Electroestática:** Ley de Coulomb. Campo Eléctrico. Ley de Gauss y su forma diferencial. Propiedad conservativa del campo eléctrico. Potencial eléctrico. Condiciones de contorno en electrostática. Teorema de Green. Energía potencial electrostática.
- **Unidad 2. Problemas en Electroestática:** Método de las imágenes. Función de Green para la esfera. Solución general para el potencial. Problemas de condiciones de contorno en coordenadas esfericas. Teorema de adición de los armónicos esféricos. Problemas de condiciones de contorno en coordenadas cilíndricas.
- **Unidad 3. Multipolos. Electroestática en medios materiales:** Expansión multipolar para una distribución localizada de cargas. Expansión multipolar de la energía de una distribución de cargas en un campo externo. Electroestática en medios materiales. Problemas de condiciones de contorno con dieléctricos. Energía electrostática en medios dieléctricos.

- **Unidad 4. Magnetostática:** Ley de Biot y Savart. Ecuaciones diferenciales de la magnetostática. Ley de Ampere. Vector potencial. Campo magnético de una distribución localizada de corriente. Momento magnético. Ecuaciones macroscópicas y condiciones de contorno. Ley de la inducción de Faraday.
- **Unidad 5. Ecuaciones de Maxwell:** Corrientes de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell. Potenciales escalares y vectoriales. Calibraciones de Lorenz y Coulomb. Función de Green para la ecuación de ondas. Soluciones retardadas para los campos. Conservación de la energía y el momento del campo electromagnético.
- **Unidad 6. Ondas electromagnéticas:** Ondas planas. Polarización. Reflexión y refracción de ondas electromagnéticas en una interface plana entre dieléctricos. Características dispersivas de los dieléctricos. Velocidad de grupo. Propagación de un paquete ondulatorio en un medio dispersivo. Conexión entre \mathbf{D} y \mathbf{E} . Relaciones de Kramers-Kronig.
- **Unidad 7. Guías de ondas:** Campos en la superficie y dentro de un conductor. Cavidades cilíndricas y guía de ondas. Cavidades rectangulares y guías de ondas. Cavidades resonantes.
- **Unidad 8. Radiación:** Radiación de una fuente oscilante localizada. Campos eléctricos dipolares y radiación. Campos magnéticos dipolares y radiación.

3.1 Bibliografía general

El curso seguirá en muchos aspectos el enfoque y profundidad dado en “Classical electrodynamics” por J. D. Jackson 3rd ed. J. Wiley, 1999.

Otros libros que se utilizarán son:

Landau L. and E. Lifchitz: The classical theory of fields, 4ta edición, Butterworth-Heinemann, 1997.

Landau L. and E. Lifchitz: Electrodynamics of continuous media, Addison-Wesley, 1960.

Algunos de los libros sugeridos para lecturas complementarias y para profundizar los conocimientos expuestos en la materia son:

Born M. and E. Wolf: Principles of optics, 4ta edición, 1970

Brillouin L., Wave propagation and group velocity, Academic, 1960.

Panofsky, W. and M. Phillips: Classical Electricity and Magnetism, 2da edición, Addison-Wesley, 1962.

Ramo S., J. Whinnery and T. Van Duzer: Fields and waves in communication electronics. 2da edición, J. Wiley, 1967.

Reitz J., F. Milford and R. Christy: Foundations of electromagnetic theory, 4ta edición, Addison-Wesley, 1993.

Stratton J.: Electromagnetic theory, McGraw-Hill, 1941.

4 Programa de examen:

El examen final de la asignatura consta de la resolución escrita de problemas a la que sigue una evaluación oral frente al tribunal examinador de los aspectos teóricos de la asignatura.

Bolillas

1. Unidades 1 y 8
2. Unidades 2 y 4
3. Unidades 3 y 5
4. Unidades 6 y 8
5. Unidades 4 y 7
6. Unidades 3 y 6
7. Unidades 2 y 8
8. Unidades 1 y 7

5 N6mina de trabajos pr6cticos

Los trabajos pr6cticos est6n compuestos por 10 gu6as con ejercicios.

Gu6a 1: Repaso de elementos matem6ticos **Gu6a 2:** Electrost6tica I **Gu6a 3:** Electrost6tica II: M6todo de las im6genes **Gu6a 4:** Electrost6tica III: Separaci6n de variables **Gu6a 5:** Electrost6tica IV:Desarrollos multipolares y medios materiales **Gu6a 6:** Magnetost6tica **Gu6a 7:** Campos variables en el tiempo. Cuasiestacionario. **Gu6a 8:** Ondas electromagn6ticas **Gu6a 9:** Gu6a de ondas **Gu6a 10:** Radiaci6n

6 Cronograma de actividades

Clases Te6ricas

Nro de Clase	Semana	Tema
1	1	Introducci6n
2	1	Electrost6tica
3	2	Identidades de Green. CCs
4	2	Energ6a electrost6tica
5	3	M6todo de las im6genes
6	3	Funci6n de Green
7	4	Separaci6n de variables
8	4	Problemas en coordenadas esf6ricas y cil6ndricas
9	5	Simetr6a esf6rica y teorema de adici6n
10	6	Expansi6n multipolar
11	6	Distribuci6n de carga en un campo externo
12	7	Campos en medios materiales
13	7	Energ6a en medios
14	8	Magnetost6tica
15	8	Fuerza y torque sobre corrientes localizadas

Nro de Clase	Semana	Tema
16	9	Problemas magnéticos de condiciones de contorno
17	10	Ecuaciones de Maxwell y leyes de conservación
18	10	Funciones de Green para la ecuación de onda
19	11	Teorema de Poynting
20	11	Ondas electromagnéticas
21	12	Ondas en una interface
22	12	Propagación de un paquete
23	13	Relaciones de Kramers-Kronig
24	13	Campos en la superficie de un conductor
25	14	Guías de ondas
26	14	Cavidades resonantes
27	15	Radiación de una fuente localizada
28	15	Campos eléctricos dipolares
29	16	Campos de dipolos magnéticos

Clases prácticas

Nro de Clase	Semana	Tema
1	1	Guía 1
2	1	Guía 1
3	2	Guía 2
4	2	Guía 2
5	3	Guía 3
6	3	Guía 3
7	4	Guía 3
8	4	Guía 4
9	5	Guía 4
10	5	Primer Parcial
11	6	Guía 5
12	6	Guía 5
13	7	Guía 5
14	7	Guía 6
15	8	Guía 6
16	8	Guía 6
17	9	Guía 6
18	9	Segundo Parcial
19	10	Guía 7
20	10	Guía 7
21	11	Guía 7
22	11	Guía 8
23	12	Guía 8
24	12	Guía 8

Nro de Clase	Semana	Tema
25	13	Guía 9
26	13	Guía 9
27	14	Guía 9
28	14	Guía 10
29	15	Guía 10
30	15	Guía 10
31	16	Guía 10
32	16	Tercer Parcial

7 Efectos sobre la formación integral del alumno

- Conocimiento los principios , las leyes básicas y los conceptos de ellos derivados. Conocimiento la terminología y nomenclatura básica.
- Empleo de las herramientas físico - matemáticas afines como una metodología y disciplina de trabajo que hace a los fundamentos mismos del método científico.
- Consolidación del manejo autónomo de la información.

8 Recursos humanos

8.1 Nómina de personal docente interviniente en el dictado de la asignatura

Apellido y nombres	Cargo	Departamento Área	Máximo título académico obtenido	Tiempo dedicado (a esta asignatura)
Manuel Pulido	Profesor Titular	Física/ Electro- magnetismo	Doctor en Física	90 hrs.