



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area Unica - Física

(Programa del año 2023)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 16/08/2023 15:07:01)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
ELECTROMAGNETISMO	LIC.EN FISICA	015/0 6	2023	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
RIZZOTTO, MARCOS GREGORIO	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
TOSO, JUAN PABLO	Prof. Co-Responsable	P.Adj Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	Hs	Hs	Hs	7 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
07/08/2023	17/11/2023	15	112

### IV - Fundamentación

Puesto que la asignatura pertenece a los cursos superiores de la Carrera Licenciatura en Física, constituye una de las herramientas esenciales para el conocimiento de los fenómenos electromagnéticos, siendo de una importancia fundamental en la formación de un Licenciado en Física. La comunidad científica actual enfrenta grandes desafíos, en particular aquellos dedicados a la investigación en esta disciplina, por lo tanto, el electromagnetismo es uno de los pilares en la búsqueda del conocimiento en este sentido. Esta asignatura pretende incorporar en la formación de los alumnos avanzados de la Licenciatura en Física, los conceptos de Electroestática, Magnetostática y Campo Electromagnético Variable.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

1. Proporcionar a los estudiantes de Licenciatura en Física los conocimientos de electromagnetismo para su futuro trabajo profesional, principalmente direccionado a fortalecer el perfil científico que posee la carrera.
2. Aplicar la teoría a problemas afines para mejorar su formación como Licenciado en Física.
3. Entrenar a los alumnos en el uso de las herramientas matemáticas utilizadas en este nivel, como son los operadores vectoriales.
4. Apoyar los conocimientos teóricos propuestos en el programa con exposiciones de problemas por parte de los alumnos.

### VI - Contenidos

#### CAPITULO I

[1] Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Superposición. Conservación. [2] Campo eléctrico. [3] Ley de Gauss. [4] Potencial

electrostático. Propiedad  $\text{rot } E=0$ . [5] Ecuaciones básicas de la electrostática. Algunas deducciones. [6] Forma de las ecuaciones básicas en las cargas superficiales. Comportamiento de  $E$  y  $\phi$ . [7] Dipolo puntiforme. [8] Cuadrupolo. Multipolos en general. [9] Problemas de valores de contorno. Condiciones de Dirichlet y de Neumann. Fórmulas de Green. Unicidad de la solución. Potencial por la tercera fórmula de Green.

## **CAPITULO II**

[1] Conductores en un campo electrostático. [2] Método de las imágenes. Modalidad I y Modalidad II. Casos: carga puntiforme frente a un plano conductor infinito; carga puntiforme frente a una esfera conductora; combinación de casos; esfera conductora en un campo eléctrico uniforme. [3] Energía electrostática. Ensamblamiento de cargas. Densidad de energía del campo. Fuerzas y cuplas a partir de la energía. Dipolo en un campo eléctrico. Interacción entre dipolos.

## **CAPITULO III**

[1] Resolución del problema del potencial mediante las funciones de Green. Caso del plano y de la esfera. [2] Resolución de problemas por desarrollo del potencial en serie de funciones ortogonales. Integración de por separación de variables. Caso de coordenadas cartesianas y esféricas. Caja limitada por caras planas conductoras. Esfera conductora con hemisferios a distintos potenciales. Dipolo en presencia de una esfera conductora. [3] Problemas en coordenadas cilíndricas. Campo en el entorno de la arista de un diedro conductor.

## **CAPITULO IV**

[1] Desarrollo del potencial en multipolos. [2] Desarrollo en multipolos de la energía, la fuerza y la cupla de una distribución de cargas en un campo externo. [3] Campo eléctrico en presencia de materia polarizable. Vector polarización. Cargas de polarización. Vector desplazamiento. Leyes del campo macroscópico. Relaciones de constitución. Problema de contorno con dieléctricos. Esfera dieléctrica en un campo homogéneo. Hueco esférico en un dieléctrico sometido a un campo uniforme. [4] Energía y fuerza en medios polarizables. [5] Nociones sobre teoría microscópica clásica de dieléctricos. Fórmula de Clausius-Mossotti. Fórmula de Lorentz y Lorenz.

## **CAMPO ELECTROMAGNETICO ESTACIONARIO**

### **CAPITULO V**

[1] Corriente eléctrica. Ecuación de continuidad. [2] Campo electromagnético estacionario en el vacío. Fuerza entre corrientes estacionarias. Vector  $B$ . Fórmula de Lorentz. Ecuaciones fundamentales de  $B$  en formas integral y diferencial. Potencial vectorial magnético. [3] Desarrollo multipolar del potencial  $A$  de una corriente. Fuerza. Cupla. Energía. Momento dipolar magnético. [4] Corrientes superficiales. Ecuaciones en los bordes.

### **CAPITULO VI**

[1] Vector magnetización. Corriente de magnetización. [2] Ley de Ampère generalizada. Forma integral y diferencial. Vector  $H$ . Relaciones de constitución entre  $B$ ,  $H$  y  $M$ . Métodos de resolución de problemas magnetostáticos. [3] Teoría microscópica clásica del diamagnetismo. [4] Teoría clásica del paramagnetismo. [5] Nociones sobre la teoría del ferromagnetismo. [6] Energía de una corriente estacionaria y del campo magnético. Fuerzas.

## **CAMPO ELECTROMAGNETICO VARIABLE**

### **CAPITULO VII**

Ecuaciones generales de Maxwell. Introducción a las ondas electromagnéticas.

[1] Introducción. [2] Ley de inducción electromagnética de Faraday. [3] Conservación de la carga y corriente de desplazamiento. [4] Ecuaciones del campo electromagnético en el vacío. [5] La fem de movimiento y la fórmula de Lorentz. [6] Ecuaciones de Maxwell para la materia en reposo (ecuaciones macroscópicas).

### **CAPITULO VIII**

Las leyes de conservación para un sistema de partículas cargadas y campo electromagnético.

[1] Introducción. [2] Energía del campo electromagnético. Vector de Poynting. [3] Energía en el caso de medios no lineales. Conservación de la energía y del momento lineal de un sistema de partículas cargadas y campo electromagnético.

## CAPITULO IX

[1] Nociones de ondas electromagnéticas en el vacío. Ondas planas. Detección y generación. Ondas planas en un medio aislador de epsilon y mu constantes. Densidad de la onda. Vector de Poynting. [2] Ondas electromagnéticas en la materia conductora de epsilon, mu y sigma constantes.

## CAPITULO X

[1] Potenciales generalizados y sus ecuaciones diferenciales. Transformaciones de medida (o de gauge). [2] Expresión de los potenciales  $\phi, A$  en función de las fuentes  $\rho, J$  (Solución general de las ecuaciones de Maxwell, en la medida de Lorentz).

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos consisten en ejercicios y problemas sobre temas abordados en teoría del curso.

## VIII - Regimen de Aprobación

Para obtener la regularidad los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos.

1. Realizar y exponer correctamente el 100% de los problemas propuestos en la guía.
2. Aprobar cada uno de los tres parciales de problemas con un mínimo de un 60%.
3. Realizar exposiciones de artículos relacionados al tema, obtenidos de bibliografía (Am. J. of Physics, Physics Today, Jackson J. D., etc.).
4. Los alumnos disponen de dos recuperaciones por cada parcial.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] Colavita P., Rizzotto M. "Electromagnetismo:Electrostática", Volumen I. Nueva Editorial Universitaria – Universidad Nacional de San Luis (2000).
- [2] Colavita P., Rizzotto M. "Electromagnetismo: Magnetostática, Campo Electromagnético Variable", Volumen II. Nueva Editorial Universitaria – Universidad Nacional de San Luis (2000).
- [3] Jackson J. D. "Electrodinámica Clásica". Ed. Alhambra (1972) y (1980).
- [4] Skilling H. H. "Los Fundamentos de las Ondas Eléctricas". Ediciones Librería del Colegio de Buenos Aires (1960).
- [5] Eyges L. "The Classical Electromagnetic Field". Addison Wesley (1972).
- [6] Panofsky Phillips. "Classical Electricity and Magnetism". Addison Wesley (1955).
- [7] Marion J. B. "Classical Electromagnetic Radiation". Ac. Press (1968).
- [8] Portis A. M. "Electromagnetic Fields". John Wiley (1978).
- [9] Stratton J. A. "Electromagnetic Theory". Mc Graw Hill (1941).

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] Landau Lifshitz. "Electrodynamics of Continuous Media". Addison- Wesley (1960).
- [2] Landau Lifshitz. "Teoría Clásica de los Campos". Ed. Reverté (1987).
- [3] Born Wolf. "Principles of Optics". Pergamon Press (1975).
- [4] Sommerfeld A. "Electrodynamics". Academic Press (1952).
- [5] Lawden D. F. Ed. "Selección de Problemas Resueltos". Limusa (1975).
- [6] Zaret M. E. and Sloves Frey. "Electromagnetic Theory" (1964).
- [7] Alexeiev. Ed. "Problemas de Electrodinámica Clásica". Mir (1972).
- [8] David K. Cheng. "Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería". Addison Wesley (1997).
- [9] McQuistan R. B. "Campos Escalares y Vectoriales". Limusa (1969).

## XI - Resumen de Objetivos

Proporcionar a los estudiantes del ciclo superior de la Licenciatura en Física, una formación teórica sólida en el campo de la Electrodinámica, fortaleciendo su perfil científico y de investigación.

## XII - Resumen del Programa

### ELECTROSTATICA

Ley de Coulomb. Potencial eléctrico. Ley de Gauss. Primera y segunda ecuaciones de Maxwell. Problemas de valores de contorno. Conductores en un campo electrostático. Método de las imágenes. Energía electrostática. Energía del campo. Fuerzas y cuplas a partir de la energía. Funciones de Green. Conductores. Método de las imágenes. Problemas. Desarrollo del potencial en multipolos. Dieléctricos. Teoría microscópica clásica de dieléctricos.

### CAMPO ELECTROMAGNETICO ESTACIONARIO

Corriente eléctrica. Ecuación de continuidad. Tercera y cuarta ecuaciones de Maxwell para el campo electromagnético estacionario en el vacío. Precesión de Larmor. Campo magnético en la materia. Vector H. Diamagnetismo, Paramagnetismo. Ferromagnetismo.

### CAMPO ELECTROMAGNETICO VARIABLE

Ecuaciones generales de Maxwell. Introducción a las ondas electromagnéticas. Ondas planas. Las leyes de conservación para un sistema de partículas cargadas y campo electromagnético. Vector de Poynting. Ondas electromagnéticas planas en un medio aislador de epsilon y mu constantes. Ondas electromagnéticas en la materia conductora de epsilon, mu y sigma constantes. Potenciales electrodinámicos.

## XIII - Imprevistos

Se completará el crédito horario con clases de consulta.

## XIV - Otros

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	