Departamento de Física – UNLP

Electromagnetismo

2025 Cronograma

Profesor: Pablo Pisani
pisani@fisica.unlp.edu.ar

Clase 1 – 05/03

Introducción al electromagnetismo. Experimentos precursores. Michael Faraday y James Clerk Maxwell. El concepto de campo. Consecuencias sobre la física del siglo XX: mecánica cuántica, relatividad, teorías de gauge e interacciones fundamentales. La constante de acoplamiento.

Clase 2 – 06/03

Densidades de carga y corriente; ecuación de continuidad. La carga puntual y la delta de Dirac. Ecuaciones de Maxwell. Grados de libertad. Simetrías. Principio de superposición.

Clase 3 – 12/03

Electrostática. Ley de Coulomb. Ley de Gauss. Potencial electrostático. Ecuaciones de Poisson y Laplace. Estabilidad de las soluciones. Solución general. Función de Green.

Clase 4 – 13/03

Conductores ideales. Condiciones de contorno y unicidad de la solución. Identidades de Green, casos Dirichlet y Neumann. Métodos para calcular la función de Green: imágenes y separación de variables.

Clase 5 – 19/03

Método de las imágenes. Funciones de Green del plano y de la esfera. Generalizaciones.

Clase 6 – 20/03

El espacio de funciones. Producto interno. Operadores hermíticos. Bases de funciones. Autofunciones del Laplaciano. Método de separación de variables.

Clase 7 – 26/03

Cálculo del potencial por el método de separación de variables en coordenadas cartesianas.

Clase 8 – 27/03

Funciones especiales: funciones de Bessel. Ortogonalidad. Separación de variables en coordenadas cilíndricas.

Clase 9 – 03/04

Resolución de problemas en coordenadas cilíndricas.

Clase 10 – 09/04

Separación de variables en coordenadas esféricas. Funciones especiales: polinomios de Legendre y armónicos esféricos. Resolución de problemas.

Clase 11 – 10/04

Clase de consulta y repaso.

Clase 12 – 16/04

Teorema de adición de armónicos esféricos. Desarrollo multipolar. Momentos multipolares esféricos y cartesianos. Energía de una distribución de carga en un campo externo.

Clase 13 – 23/04

Dieléctricos. Polarización y momento dipolar. Vector desplazamiento. Permitividad. El caso lineal, isótropo y homogéneo. Condiciones de contorno en un medio dieléctrico. Resolución de problemas.

Clase 14 – 24/04

Magnetostática. Ley de Ampère. Condiciones de contorno. Potencial vector.

Clase 15 – 30/04

Solución general. Ley de Biot-Savart (corolario: *linking number*). El dipolo magnético. Desarrollo multipolar.

Clase 16 – 07/05

Materiales magnéticos. Momento dipolar magnético. Permeabilidad magnética. Diamagnetismo y paramagnetismo. Ferromagnetismo.

Clase 17 – 08/05

Ecuaciones de Maxwell. Potenciales. Elección del gauge: Coulomb, Lorenz, temporal, axial. Grados de libertad. Energía del campo electromagnético. Vector de Poynting y conservación local de la energía.

Clase 18 – 14/05

Impulso del campo electromagnético. Tensor de Maxwell y conservación local del impulso. Función de Green de la ecuación de onda. Interpretación. Soluciones y su relación con la causalidad.

Clase 19 – 15/05

Solución general de la ecuación de onda inhomogénea. Fuentes estacionarias. Zona estática y zona de radiación. Radiación dipolar eléctrica. El cielo y las nubes.

Clase 20 – 21/05

Órdenes superiores de radiación: radiación dipolar magnética y radiación cuadrupolar.

Clase 21 – 22/05

Solución de la ecuación de onda en el vacío: ondas planas. Relación de dispersión. Polarización.

Clase 22 – 28/05

Reflexión y refracción en un dieléctrico. Leyes de Fresnel: polarizaciones perpendicular y paralela. Ángulo de Brewster. Reflexión total interna.

Clase 23 – 29/05

Medios dispersivos. Solución general. Velocidad de grupo.

Clase 24 – 04/06

Ondas monocromáticas en un dieléctrico. Modelo de Drude. Absorción y longitud de penetración. Coeficiente de absorción del agua. Conductividad. La opacidad de los metales y la transparencia UV.

Clase 25 – 05/06

Clase de consulta y repaso.

Clase 26 – 11/06

Causalidad en un medio dispersivo. Relaciones de Kramers-Kronig. Relación entre la dispersión anómala y la absorción.

Clase 27 – 12/06

Guías de ondas. Modos TEM. Modos TE y TM. Relación de dispersión. Frecuencias de corte.

Clase 28 – 18/06

Cavidades resonantes y frecuencias propias. Conductividad finita. Longitud de penetración y pérdidas óhmicas.

Clase 29 – 19/06

Pérdida de energía en una guía; atenuación exponencial. Pérdida de energía en una cavidad; factor de calidad Q.

Clase 30 – 25/06

Conclusión.

Prácticas (clases correspondientes): fecha de finalización

- Práctica 1 (1-2-3): lunes 17 de marzo.
- Práctica 2 (4-5): jueves 27 de marzo.
- Práctica 3 (6-7-8-9-10): lunes 14 de abril.
- Práctica 4 (12-13): lunes 28 de abril.
- Práctica 5 (14-15-16): lunes 12 de mayo.
- Práctica 6 (17-18-19-20): lunes 26 de mayo.
- Práctica 7 (21-22-23-24): lunes 09 de junio.
- Práctica 8 (26-27-28-29): lunes 23 de junio.

Condiciones de aprobación y bibliografía

La materia se aprueba con un examen parcial y un examen final. El examen parcial y su recuperatorio serán antes del receso invernal. Por el momento están planificados para el lunes 07 y el jueves 17 de julio pero estas fechas serán confirmadas más adelante.

Se recomienda complementar las clases con el libro "Electrodinámica Clásica" de John David Jackson pues desarrolla los contenidos de la materia –incluyendo las herramientas matemáticas necesarias– en el nivel de detalle y profundidad requerido.