**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FISICA**

FS-820 ELECTROMAGNETISMO 2

Créditos: 3

Total horas: 3 horas semanales.

Requisitos: FS-0718

Nivel: VIII

Horario de clase: Lunes (13:00 a 14:50) y jueves (13:00 a 13:50).

Objetivos generales: La respuesta magnética de un material se especifica mediante el vector de magnetización, y las densidades de corriente equivalentes producidas por las distribuciones volumétrica y superficial de corrientes atómicas. Además de aplicaciones de la ley de Biot-Savart para el cálculo de campos de inducción magnética, se introduce el campo de intensidad magnética y se analizan las ecuaciones de campo que tanto uno como otro obedecen, en sus formas diferenciales e integrales. A partir del formalismo general de las ecuaciones de campo se obtienen las condiciones de contorno que obedecen los campos de inducción e intensidad magnética, y se llevan a cabo aplicaciones específicas que se resuelven mediante aplicaciones de dichas condiciones de frontera.

Se revisan las ecuaciones de campo que obedecen los campos eléctrico y de desplazamiento eléctrico, así como los campos de inducción e intensidad magnética, con el propósito de esquematizar la estructura de las ecuaciones de Maxwell, tanto en su forma diferencial como integral. Este marco de fondo provee los elementos requeridos para desarrollar las ecuaciones de onda asociadas a la propagación de campos electromagnéticos. Se procede al desarrollo de soluciones de esta ecuación, y aplicaciones específicas que involucran procesos de reflexión, transmisión y absorción de radiación.

Se introducen las transformaciones de Lorentz con el propósito de considerar cómo se describen los fenómenos electromagnéticos en distintos marcos de referencia inerciales, haciendo énfasis en aquellas propiedades físicas que se mantienen como invariantes de Lorentz. Se desarrolla la forma covariante de las ecuaciones de Maxwell.

0. EL CAMPO MAGNETICO (2 semanas).

1. Campo de inducción magnética.
2. Fuerza sobre conductores.
3. Ley de Biot-Savart, aplicaciones.
4. Ley de Ampere.
5. Potencial vectorial magnético.
6. Momento de dipolo magnético para un circuito malla.

7. Potencial escalar magnético.
8. Divergencia de inducción magnética y flujo de campo magnético.

1. PROPIEDADES MAGNETICAS DE LA MATERIA (2 semanas).

1. Magnetización
2. Potencial escalar magnético y densidad de polo magnético
3. Fuentes de campo de intensidad magnética
4. Ecuaciones de campo
5. Susceptibilidad y permeabilidad
6. Condiciones de frontera para los campos magnéticos
7. Materiales magnéticos

2. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA (2 semanas).

1. Inducción electromagnética y auto-inductancia.
2. Inductancia mutua y fórmula de Neumann.
3. Inductancia en serie y en paralelo.

3. ENERGIA MAGNETICA (2 semanas).

1. Energía magnética en circuitos acoplados
2. Densidad de energía
3. Fuerzas y momentos de fuerza sobre circuitos rígidos

4. ECUACIONES DE MAXWELL Y APLICACIONES (3 semanas).

1. Generalización de la ley de Ampere
2. Ecuaciones de Maxwell en forma diferencial e integral
3. Simetría E-H
4. Energía electromagnética y vector de Poynting
5. Ecuación de onda
6. Condiciones de frontera
7. Reflexión y refracción en una interfaz
8. Ecuación de onda con fuentes

5. RELATIVIDAD (2 semanas).

1. Transformaciones ortogonales
2. La transformación de Lorentz
3. Forma covariante de las ecuaciones de Maxwell
4. Tensor de Maxwell
5. El tensor energía impulso

Nota: Durante el periodo lectivo, 3 semanas serán utilizadas para evaluación (realización de 3 exámenes parciales).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. J. R. Reitz, F. J. Milford and R. W. Christy “Foundations of Electromagnetic Theory” (Pearson-Addison Wesley, New York, 2009) ⇐ Texto.
2. I. S. Grant, W. R. Phillips “Electromagnetismo” (Limusa, México, 1979).
3. I. S. Grant, W. R. Phillips “Electromagnetism” (Wiley, New York, 2008).
4. L. Yung-kuo (editor) “Problems and solutions on electromagnetism” (World Scientific, New Jersey, 2007).
5. J. A. Edminister “Theory and problems of electromagnetics” (McGraw-Hill, New York, 1993).
6. W. Greiner “Classical Electrodynamics” (Springer, New York, 1998).
7. P. Lorrain, D. R. Corson, F. Lorrain “Electromagnetic Fields and Waves” (Freeman, New York, 1988).
8. E. M. Purcell “Electricity and Magnetism” (McGraw Hill, New York, 1985).
9. D. Jiles “Introduction to Magnetism and Magnetic Materials” (Chapman&Hall, London, 1991).
10. M. Sadiku “Elementos de Electromagnetismo” (CECSA, México, 2002).
11. Z. Popovic, B. D. Popovic “Introducción al Electromagnetismo” (CECSA, México, 2001).
12. D. F. Lawden “Electromagnetism” (George Allen & Unwin Ltd, London, 1973).
13. R. Feynman, R. B. Leighton “Física Volumen II: Electromagnetismo y Materia” (Pearson Educación, México, 1998).

Evaluación: Se harán tres exámenes parciales, todos con el mismo peso en el cálculo de la nota final. Las fechas de estos exámenes son las siguientes: Parcial 1 (Lunes 12 de setiembre), parcial 2 (Jueves 20 de octubre), y parcial 3 (Jueves 24 de noviembre). El examen de ampliación se realizará el miércoles 7 de diciembre, de 9 a.m. a 12 m.d.

INSTRUCTOR: Dr. William E. Vargas, oficina 106 Escuela de Física, casillero 28, correo electrónico: william.vargascastro@ucr.ac.cr. Horas de consulta: Jueves (2 – 4 p.m.).

Artículos de Interés:

1. B. R. Masters “Heinrich Hertz and the foundations of electromagnetism” *Optics & Photonic News*, páginas 31-36, June (2011).
2. R. Jeanloz “El núcleo terrestre” *Investigación y Ciencia*, Noviembre 1983, páginas 27-36.
3. P. J. Nahim “Oliver Heaviside” *Investigación y Ciencia*, Agosto 1990, páginas 86-93.
4. J. L. Jiménez, N. Aquino, I. Campos “Heaviside y las ecuaciones de Maxwell” *ContactoS* **33**, 48-58 (1999).
5. M. A. Rodríguez-Valverde, M. Tirado-Miranda “A simple derivation of the integral formula of electrical resistance” *Eur. J. Phys.* **30**, L47-50 (2009).
6. R. de Luca “Lorentz force on sodium and chlorine ions in a salt water solution flow under a transverse magnetic field” *Eur. J. Phys.* **30**, 459-466 (2009).
7. P. T. Oon, R. Subramaniam “The nature of light: I. A historical survey up to the pre-Planck era and implications for teaching” *Phys. Ed.* **44**, 384-390 (2009).
8. P. T. Oon, R. Subramaniam “The nature of light: II. A historical survey from the Planck era and implications for budding physicists” *Phys. Ed.* **44**, 392-397 (2009).
9. J. L. Jiménez, N. Aquino, I. Campos “Entendiendo la auto-inductancia” *ContactoS* **64**, 59-63 (2007).

SITIOS DE INTERÉS

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>

<http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-02-electricity-and-magnetism-spring-2002/video-lectures/>