

 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	 EFis Escuela de Física	Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias
--	---	---

Programa de Curso

Nombre del curso: Electromagnetismo para Meteorología	Requisitos: FS-4501 Mecánica Teórica para Meteorología o FS-0619 Mecánica Teórica II y FS-0616 Métodos Matemáticos para Física III o FS-4401 Métodos Matemáticos para Meteorología
Sigla: FS-4601	Correquisitos: Ninguno
Horas: 4 horas teórico-prácticas	Ciclo: VI
Créditos: 3	Clasificación: Propio

1. DESCRIPCIÓN

Este curso ofrece una introducción al electromagnetismo con aplicaciones en meteorología, sirviendo de puente entre la física básica y su uso práctico en la meteorología. Diseñado para estudiantes intermedios, enlaza conocimientos previos con futuros cursos avanzados, integrándose armónicamente en el plan de estudios de meteorología.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Aplicar principios de electromagnetismo en meteorología para profundizar la comprensión y asegurar un análisis efectivo de fenómenos atmosféricos.

Objetivos específicos

- Describir las interacciones básicas entre cargas eléctricas y su relación con fenómenos atmosféricos, sentando las bases para su aplicación en meteorología.
- Comprender los principios de dieléctricos y su influencia en la dinámica de partículas dentro de campos eléctricos, preparando para análisis más complejos en contextos atmosféricos.
- Explicar la relación del campo magnético terrestre con el clima espacial y su influencia en fenómenos ionosféricos.

- Analizar cómo las ecuaciones de Maxwell y el concepto de energía electromagnética explican la propagación de ondas electromagnéticas en la atmósfera, integrando teoría con práctica.
- Aplicar conocimientos sobre las propiedades y el comportamiento de ondas electromagnéticas en la atmósfera para evaluar su uso en tecnologías como radar y sounders, iniciando el puente hacia aplicaciones prácticas.
- Sintetizar el conocimiento sobre la formación y dinámica de rayos con la aplicación de principios electromagnéticos, enfocándose en la relación entre el campo electrostático y las condiciones atmosféricas que conducen a su desarrollo.
- Evaluar el impacto de la propagación de ondas electromagnéticas en diversas condiciones atmosféricas, incluyendo fenómenos de reflexión, refracción, y absorción, y su efecto en la radiación solar y el efecto invernadero, demostrando un dominio de la aplicación de principios electromagnéticos en análisis meteorológicos complejos.

3. CONTENIDOS DEL CURSO

Fundamentos de Electroestática y Aplicaciones Meteorológicas

- Ley de Coulomb y fuerza eléctrica entre cargas en reposo.
- Campo eléctrico generado por cargas puntuales y distribuciones de carga.
- Potencial eléctrico y energía potencial en configuraciones de cargas estáticas.
- Ley de Gauss y su aplicación a la atmósfera terrestre.
- Estudio de los fenómenos electrostáticos atmosféricos: formación de rayos y electrificación de tormentas.

Propiedades de los Dieléctricos y su Rol en la Meteorología

- Descripción y análisis del vector de desplazamiento eléctrico en medios materiales.
- Relaciones entre susceptibilidad, constante dieléctrica y permitividad relativa.
- Comportamiento de los materiales dieléctricos en campos eléctricos: polarización y alineación molecular.
- Implicaciones de los dieléctricos en la formación de nubes y precipitaciones.

Magnetostática y su Influencia en la Meteorología

- Teoría del campo magnético y la ley de Biot-Savart.
- Aplicación de la ley de Ampere y ciclos de histéresis magnética.
- Caracterización del campo magnético terrestre.
- Estudio de la magnetostática y las corrientes ionosféricas.
- Uso de sensores satelitales para medición de campo magnético.

Electrodinámica y Fenómenos Meteorológicos Eléctricos

- Principios de la corriente eléctrica y la ley de Ohm en la atmósfera.
- Fuerza electromotriz.
- Ley de Faraday y la inducción electromagnética.
- Campos eléctricos inducidos por corrientes atmosféricas y su medición.
- Medición de descargas atmosféricas usando GOES y redes superficiales.

Ecuaciones de Maxwell y Análisis de la Energía Electromagnética en Meteorología

- Formulación y solución de las ecuaciones de Maxwell.
- Análisis del flujo de energía electromagnética y el vector de Poynting en la atmósfera.
- Aplicación de las ecuaciones de Maxwell en tecnologías meteorológicas, incluyendo instrumentos, radares y satélites.

Ondas Electromagnéticas y su Interacción con la Atmósfera

- Generación y ecuaciones de las ondas electromagnéticas.
- Interacción de las ondas electromagnéticas con la materia: reflexión, transmisión, refracción, dispersión, difracción y absorción.
- Introducción al impacto atmosférico en la transmisión de ondas: estudios de casos en el efecto invernadero y la radiación solar.
- Aplicaciones de la teledetección y la propagación de ondas.

4. METODOLOGÍA

Se adoptará una metodología de enseñanza que integra aspectos teóricos y prácticos con el objetivo de proporcionar una comprensión profunda y aplicada del electromagnetismo y su aplicación en meteorología, donde se emplea un enfoque interactivo y participativo, promoviendo el aprendizaje activo.

Las clases se llevarán con exposiciones magistrales y métodos de enseñanza activa específicos del curso, como discusiones dirigidas, resolución de problemas, trabajo en grupo, y uso de simulaciones. Se hará énfasis en la aplicación de conceptos teóricos a través de prácticas y simulaciones que permitan a las personas estudiantes explorar y analizar fenómenos específicos y modelos relevantes para el campo de la Meteorología.

Para reforzar la comprensión de los temas abordados, se integrarán herramientas tecnológicas y recursos digitales como software de simulación electromagnética, herramientas de visualización de fenómenos meteorológicos, y bases de datos en línea de eventos atmosféricos, facilitando la experimentación virtual y el análisis de datos reales. Este enfoque no solo busca mejorar la comprensión teórica, sino también desarrollar habilidades prácticas cruciales para la investigación y práctica profesional en Meteorología.

Además, se contempla hacer giras a instalaciones meteorológicas y centros de investigación, donde las y los estudiantes podrán observar y participar en el análisis e interpretación de datos meteorológicos en tiempo real. Estas experiencias prácticas están diseñadas para complementar el aprendizaje en el aula y ofrecer una visión integral de la aplicación del electromagnetismo en la meteorología, fomentando la conexión entre teoría y práctica.

Esta metodología promueve la horizontalidad y la interacción activa entre docentes y estudiantes, donde se valora la indagación y la construcción colaborativa del conocimiento, en línea con los lineamientos de ETR de la OMM.

1. EVALUACIÓN

Se recomienda que se empleen al menos dos de los siguientes tipos de evaluación:

- **Trabajo en Clase:** Evaluación basada en la participación y compromiso con las actividades de clase. Este enfoque promueve el aprendizaje activo y refleja la importancia de la asistencia (las clases son obligatorias) y participación en el proceso educativo.
- **Pruebas Cortas y Exámenes:** Combinación de cuestionarios cortos y exámenes escritos, diseñados para evaluar tanto la comprensión teórica como la capacidad para aplicar conceptos en la resolución de problemas específicos de la meteorología.
- **Tareas, Proyectos, y Exposiciones:** Este componente combina asignaciones prácticas que incluyen la resolución de problemas analíticos, el desarrollo de modelos con software especializado, y proyectos de investigación, para aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos. Se incluyen también las presentaciones orales y elaboración de informes escritos sobre los proyectos realizados, evaluando la habilidad para comunicar resultados y análisis efectivamente.
- **Evaluación de Laboratorio:** Incluye la realización de experimentos prácticos, la presentación de informes de laboratorio, y la creación de portafolios de experimentos. Esta sección evalúa la competencia en la ejecución de procedimientos experimentales, la observación precisa y el análisis crítico de los datos.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Leblanc, F., Aplin, K., Yair, Y., Harrison, G., & Lebreton, J. P. (Eds.). (2008). *Planetary atmospheric electricity*. Springer. ISBN 9780387876634.
2. Griffiths, D. J. (2017). *Introducción a la electrodinámica* (4ª ed.). Cambridge University Press.
3. Chalmers, J. A. (1957). *Atmospheric electricity* (2nd ed.). Pergamon Press.
4. Rakov, V. A., & Uman, M. A. (2007). *Rayo: Física y efectos*. Cambridge University Press.
5. Rees, W. G. (2012). *Principios físicos de la teledetección* (3ª ed.). Cambridge University Press.
6. Tipler, P. A., & Mosca, G. (2018). *Física para científicos e ingenieros con física moderna* (7ª ed.). W. H. Freeman.
7. Zahn, M. (1987). *Teoría del campo electromagnético: Un enfoque para la resolución de problemas*. R.F. Krieger.
8. Sadiku, M. N. O. (2018). *Elementos de electromagnetismo* (7ª ed.). Oxford University Press.
9. Hayt, W. H., & Buck, J. A. (2012). *Electromagnetismo de ingeniería* (8ª ed.). McGraw Hill.

10. Fitzpatrick, R. (2010). *Las ecuaciones de Maxwell y los principios del electromagnetismo*. Laxmi Publications, Ltd.

Aprobado en Resolución Vicerrectoría de Docencia VD-13132-2024 y rige a partir del I ciclo 2025.