

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA		
<b>1. Nombre de la actividad curricular</b> Electromagnetismo		
<b>2. Nombre de la actividad curricular en inglés</b> Electromagnetism		
<b>3. Unidad Académica:</b> Escuela de Ciencias <b>Profesor Coordinador:</b> José Rogan <b>Profesores Colaboradores:</b> No hay		
<b>4. Ámbito:</b> Eje disciplinar, Eje instrumental, Eje actitudinal <b>Nivel:</b> tercer semestre <b>Carácter:</b> Obligatorio <b>Modalidad:</b> Presencial <b>Requisitos:</b> Cálculo II y Mecánica II		
<b>4. Horas de trabajo</b>	presencial (directas)	no presencial (indirectas)
<b>Coordinador:</b>	4.5 horas semanales	10 horas semanales
<b>Colaboradores:</b>	---	---
<b>5. Tipo de créditos</b>  SCT	6 horas semanales  (4.5 h cátedra + 1.5 h ayudantía)	6 horas semanales
<b>5. Número de créditos SCT – Chile</b>  8 SCT		
<b>6. Requisitos</b>	Cálculo II y Mecánica I	

<p><b>7. Propósito general del curso</b></p>	<p>Conocer las leyes que permiten describir los campos electromagnéticos, comprendiendo sus fundamentos y aplicándolas para comprender la evolución de los campos.</p>
<p><b>8. Competencias a las que contribuye el curso</b></p>	<p>D1 Domina los fundamentos de la disciplina y sus métodos de investigación, con el fin de comprender los modelos validados teórica y experimentalmente para describir nuestro entorno.</p> <p>D2 Manifiesta dominio del lenguaje matemático y del lenguaje técnico propio de la física, que permiten expresar el conocimiento científico en una forma universalmente comprensible para la disciplina.</p> <p>D3 Utiliza técnicas analíticas, experimentales o computacionales, para validar y desarrollar modelos físicos del entorno.</p> <p>D4 Utiliza adecuadamente los modelos existentes para la descripción de los fenómenos naturales, comprendiendo los límites de aplicabilidad de cada modelo disponible e interpretando adecuadamente el alcance de sus predicciones.</p> <p>D5 Examina críticamente los modelos físicos existentes, desde el punto de vista de sus supuestos, de sus limitaciones y de sus predicciones, teniendo siempre presente que la descripción de algunos fenómenos puede llevar a abandonar los modelos previamente establecidos.</p> <p>I1 Demuestra gran capacidad de abstracción, análisis y pensamiento lógico.</p> <p>I2 Comunica, de manera escrita y oral, conocimientos y resultados relacionados con la disciplina.</p> <p>A2 Se interesa por la comprensión de los fenómenos naturales, entendiendo que dicha comprensión conduce tanto a un mayor bienestar cultural como material.</p> <p>A4 Manifiesta un gran compromiso ético, comprendiendo que un alto estándar en este sentido es imprescindible para la construcción del conocimiento científico.</p>
<p><b>9. Subcompetencias</b></p>	<p>D1.1 Domina fundamentos disciplinares</p>

	<p>relativos al estudio del movimiento en sistemas macroscópicos.</p> <p>D1.2 Domina fundamentos disciplinares relativos al estudio del movimiento en sistemas microscópicos.</p> <p>D1.4 Domina fundamentos disciplinares relativos a la formulación matemática de modelos físicos.</p> <p>D2.1 Domina el lenguaje matemático requerido para el ejercicio disciplinar.</p> <p>D2.2 Domina el vocabulario propio de la física requerido para el ejercicio disciplinar.</p> <p>D3.1 Utiliza técnicas analíticas requeridas por los modelos físicos para describir el entorno.</p> <p>D4.1 Utiliza modelos adecuados para estudiar el movimiento en sistemas macroscópicos, interpretando apropiadamente sus resultados de acuerdo a los supuestos de dichos modelos.</p> <p>D4.2 Utiliza modelos adecuados para estudiar el movimiento en sistemas microscópicos, interpretando apropiadamente sus resultados de acuerdo a los supuestos de dichos modelos.</p> <p>D4.4 Maneja apropiadamente la formulación matemática de los modelos físicos, en consistencia con los supuestos y aproximaciones de dichos modelos.</p> <p>D5.1 Examina críticamente modelos físicos para estudiar el movimiento en sistemas macroscópicos.</p> <p>D5.2 Examina críticamente modelos físicos para estudiar el movimiento en sistemas microscópicos.</p> <p>I1.1 Demuestra gran capacidad de abstracción.</p> <p>I1.2 Demuestra gran capacidad de análisis.</p> <p>I1.3 Demuestra gran capacidad de pensamiento lógico.</p> <p>I2.1 Comunica adecuadamente conocimientos y resultados disciplinares, por medios escritos.</p>
<p><b>10. Resultados de Aprendizaje</b></p>	

1. Analizar sistemas de cargas en reposo utilizando los conceptos de fuerza, energía electrostática y campos eléctricos para determinar las interacciones entre distribuciones de carga.
2. Describir los sistemas electrostáticos utilizando potenciales eléctricos y cálculo integro diferencial para determinar las relaciones matemáticas generales que satisfacen los campos eléctricos, los potenciales eléctricos y las distribuciones de carga.
3. Distinguir diferentes tipos de materiales respecto a la movilidad de los portadores de carga para entender el comportamiento de los conductores eléctricos en presencia de campos eléctricos externos.
4. Describir el transporte de carga a través de un modelo simple de conducción que permita definir conceptos como intensidad de corriente eléctrica, resistencia y resistividad para estudiar el comportamiento de los circuitos eléctricos.
5. Evaluar los campos eléctricos de las carga en movimiento y sus interacciones con otras cargas en movimiento para caracterizar cómo transforman los campos eléctricos de un sistema inercial a otro.
6. Caracterizar sistemas de distribuciones de corrientes utilizando los conceptos de campo y potencial magnético para evaluar las interacciones entre distribuciones de corriente.
7. Analizar los fenómenos de inducción, es decir, como las variaciones temporales de flujo magnético generan fuerza electromotriz y cómo esto se aplica en circuitos y a la generación eléctrica.
8. Describir los circuitos de corriente alterna usando ecuaciones diferenciales y números complejos para poder analizar el comportamiento de dichos circuitos.
9. Resumir en un sistema de ecuaciones para los campos que describan por completo los fenómenos electromagnéticos para, a partir de ellas, entender la propagación de energía mediante ondas electromagnéticas.
10. Caracterizar los fenómenos eléctricos y magnéticos en presencia de materia para entender el comportamiento de los materiales dieléctricos y la materia magnetizada.

#### **11. Saberes / contenidos**

## **1. Electrostática: cargas y campos eléctricos**

- Algo de historia
- La carga eléctrica
- El átomo
- Conservación, invariancia y cuantización
- Ley de Coulomb
- Energía de un sistema de cargas
- Campo eléctrico
- Distribuciones de carga
- Flujo eléctrico
- Ley de Gauss
- Ejemplos de evaluación del campo eléctrico
- Fuerza sobre una carga superficial
- Energía asociada a un campo eléctrico

## **2. Potencial eléctrico**

- Integral de línea del campo eléctrico.
- Diferencia de potencial y función potencial eléctrico.
- Gradiente de una función escalar.
- Dedución del campo eléctrico a partir del potencial eléctrico.
- Potencial eléctrico de una distribución de cargas.
- Disco cargado uniformemente.
- Divergencia de una función vectorial.
- Teorema de Gauss y forma diferencial de la Ley de Gauss.
- La ecuación de Laplace y las funciones armónicas.
- Rotacional de una función vectorial.
- Teorema de Stokes.
- Significado físico del rotacional.

### **3. Campos eléctricos en torno a conductores**

- Materiales conductores y aisladores.
- Conductores en un campo electrostático.
- Problema electrostático general: Teorema de unicidad.
- Algunos sistemas de conductores.
- Condensadores y capacidad.
- Potenciales eléctricos y cargas en varios condensadores.
- Energía almacenada en un condensador.
- Otros puntos de vista de los problemas de contorno.

### **4. Corriente eléctrica**

- Transporte de carga y densidad de corriente.
- Corrientes estacionarias.
- Conductividad eléctrica y ley de Ohm.
- Un modelo para la conducción eléctrica.
- ¿Dónde falla la ley de Ohm?
- Conductividad eléctrica de los metales.
- Resistencia de los conductores.
- Circuitos y elementos de circuitos.
- Leyes de Kirchhoff.
- Disipación de energía en la circulación de corriente.
- Fuerza electromotriz y pilas voltaicas.
- Corriente variables en condensadores y resistencia.

### **5. Los campos de cargas en movimiento**

- Desde Ørsted a Einstein.
- Fuerzas magnéticas.
- Medidas de carga en movimiento.
- Invariancia de la carga.

- Medidas de campo eléctrico en diferentes sistemas de referencia.
- Campo eléctrico de una carga puntual que se mueve con velocidad constante.
- Campo eléctrico de una carga que parte o se detiene.
- Fuerza sobre una carga en movimiento.
- Interacción entre cargas en movimiento.

## 6. El campo magnético

- Definición de campo magnético.
- Algunas propiedades del campo magnético.
- Potencial vector.
- Ley de Biot-Savart.
- Campos magnéticos de espiras y bobinas.
- Bobina infinita.
- Variación del campo magnético en una lámina de corriente.
- ¿Cómo transforman los campos?
- Formulación covariante
- Experimento de Rowland y efecto Hall.

## 7. Inducción electromagnética

- Un barra conductora moviéndose a través de un campo magnético uniforme.
- Un loop conductor moviéndose a través de un campo magnético no uniforme.
- Una ley universal de inducción.
- Inductancia mutua.
- Un teorema de reciprocidad.
- Autoinductancia.
- Un circuito que contiene autoinductancia.
- Energía almacenada en el campo magnético.

## 8. Circuitos de corriente alterna

- Un circuito resonante.

- Corriente alterna.
- Redes de corriente alterna.
- Admitancia e impedancia.
- Potencia y energía en circuitos de corriente alterna.
- Ejemplos de redes de corriente alterna.

#### **9. Ecuaciones de Maxwell**

- Algo se ha omitido.
- Corrientes de desplazamiento.
- Las ecuaciones de Maxwell.
- Ondas electromagnéticas.
- Otras formas de ondas: superposición de ondas.
- Transporte de energía por ondas electromagnéticas.
- ¿Cómo se ve una onda en diferentes sistemas de referencia?

#### **10. Campos eléctricos en la materia**

- Materiales dieléctricos.
- Momentos de una distribución de carga.
- Potencial y campo eléctrico de un dipolo eléctrico
- Fuerza y Torque sobre un dipolo eléctrico en un campo eléctrico.
- Dipolos eléctricos atómicos y moleculares; momentos dipolares inducidos.
- Momentos dipolares eléctricos permanentes.
- Campo eléctrico debido a materia polarizada.
- Campo eléctrico de una esfera polarizada.
- Esfera dieléctrica en un campo eléctrico uniforme.
- Campo eléctrico de una carga en un medio dieléctrico.
- Una mirada microscópica a un dieléctrico.
- Polarización en campos eléctricos variables en el tiempo.
- Corrientes de carga ligada.



- Una onda electromagnética propagándose en un dieléctrico.

### **11. Campos magnéticos en la materia**

- ¿Cómo diferentes sustancias responden a un campo magnético?
- La ausencia de "carga" magnética.
- El campo magnético de un loop de corriente.
- La fuerza sobre un dipolo magnético en un campo magnético externo.
- Espín electrónico y momento magnético.
- Susceptibilidad magnética.
- Campo magnético producido por materia magnetizada.
- Campo magnético de un imán permanente.
- Corrientes libres y el campo H.
- Ferromagnetismo.

### **12. Metodología**

El curso consta de clases presenciales expositivas que incluyen resolución de problemas, además de sesiones de resolución colaborativa de ejercicios (ayudantías).

### **13. Evaluación**

Se controlan los resultados de los aprendizajes a través de seis tareas ( $T_i$ ) y seis pruebas ( $P_i$ ):

La primera prueba ( $P_1$ ) y tarea ( $T_1$ ) son sobre la primera unidad. Resultado de Aprendizaje 1.

La segunda prueba ( $P_2$ ) y tarea ( $T_2$ ) son sobre las unidades dos y tres. Resultados de Aprendizaje 2 y 3.

La tercera prueba ( $P_3$ ) y tarea ( $T_3$ ) son sobre las unidades cuatro y cinco. Resultados de Aprendizaje 4 y 5.

La cuarta prueba ( $P_4$ ) y tarea ( $T_4$ ) son sobre las unidades seis y siete. Resultados de Aprendizaje 6 y 7.

La quinta prueba ( $P_5$ ) y tarea ( $T_5$ ) son sobre las unidades ocho y nueve. Resultados de Aprendizaje 8 y 9.

La sexta prueba ( $P_6$ ) y tarea ( $T_6$ ) son sobre las unidades diez y once. Resultado de Aprendizaje 10.

La nota final del curso ( $N_f$ ) se calcula:

$$N_f = \frac{\sum_1^6 P_i + \frac{1}{6} \sum_1^6 T_i}{7}$$

### **Pruebas, fechas, horarios y salas**

- Prueba 1, lunes 1 de abril de 2024.
- Prueba 2, lunes 22 de abril de 2024.
- Prueba 3, lunes 13 de mayo de 2024.
- Prueba 4, lunes 3 de junio de 2024.
- Prueba 5, lunes 17 de junio de 2024.
- Prueba 6, lunes 8 de julio de 2024.

De 8:30 a 10:00 h. en la sala 1 de Física.

#### **Prueba recuperativa:**

- Lunes 15 de julio de 2024.
- De 10:15 a 11:45 h. en la sala 1 de Física.

#### **Fecha de tareas:**

- Tarea 1. Se publica: 25/03/2024, se entrega: 01/04/2024.
- Tarea 2. Se publica: 15/04/2024, se entrega: 22/04/2024.
- Tarea 3. Se publica: 06/05/2024, se entrega: 13/05/2024.
- Tarea 4. Se publica: 27/05/2024, se entrega: 03/06/2024.
- Tarea 5. Se publica: 10/06/2024, se entrega: 17/06/2024.
- Tarea 6. Se publica: 28/06/2024, se entrega: 08/07/2024.

Para la publicación y entrega de las tareas usaremos u-cursos.

#### **14. Requisitos de aprobación**

El estudiante deberá obtener una calificación mayor o igual a 4.0 en la nota final del curso ( $N_f$ ).

#### **15. Palabras Clave**

Carga eléctrica; fuerza de Coulomb; campo eléctrico; ley de Gauss; potencial eléctrico; conductores y aisladores; condensadores; corriente eléctrica; resistencia eléctrica; circuitos eléctricos; campo magnético; fuerza de Lorentz; inducción electromagnética; corriente alterna; impedancia; ecuaciones de Maxwell; electromagnetismo; ondas electromagnéticas; dieléctrico; materia magnetizada; magnetismo.

#### **16. Bibliografía Obligatoria (no más de 5 textos)**

Purcell, Edward M. (1984). *Electricity and Magnetism*, Vol. II (2ª. ed.). McGraw-Hill Science/Engineering/Math. ISBN 13: 9780070049086

#### **17. Bibliografía Complementaria**

- Benguria Donoso, Depassier Terán, M. C., & Favre Domínguez, M. (2008). *Problemas resueltos de electricidad y magnetismo* (3ª. ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile, 2008. ISBN 13: 9789561405141
- Serway, Jewett, J. W., & Campos Olguin, V. (2009). *Física: electricidad y magnetismo* (7a. ed.). Cengage Learning. ISBN 13: 9786074813579
- Sears. (1961). *Fundamentos de física: electricidad y magnetismo* (3a. ed.). Aguilar. ISBN 13: 9788403201361

#### **18. Recursos web**

[https://www.u-cursos.cl/ciencias/2023/1/FC303/1/material\\_docente/](https://www.u-cursos.cl/ciencias/2023/1/FC303/1/material_docente/)

Página de la asignatura en la Plataforma U-Cursos, donde se distribuye el material docente

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>

Sitio web con animaciones de experimentos de física en HTML5, en particular varios ejemplos ilustrativos de electromagnetismo.