

Programa de Relatividad Especial

1. Descripción del Curso

Nombre: Relatividad Especial **Código:** F802
Prerrequisitos: F602 y F704 **Créditos:** 5
Profesor: Rodolfo Samayoa **Semestre:** Segundo 2017

Es un curso introductorio de la teoría especial de la relatividad de Einstein, donde se tratarán la parte física que describirá las ideas básicas de la teoría y la parte matemática, que sustentará el formalismo con el cual describir la física. Se estudia la combinación del espacio y tiempo, previamente considerados como independientes, para la formación del espacio-tiempo, considerando las transformaciones de Lorentz entre sistemas inerciales. Se estudiará la cinemática, cómo se mueven las cosas, para pasar a la dinámica, o por qué se mueven, estudiando las ecuaciones que son invariantes en los marcos de referencia inerciales. Para finalizar, se introduce la electrodinámica en el contexto del espacio de Minkowski de la teoría especial de la relatividad.

2. Competencias

2.1. Competencias generales

- 2.1.1 Capacidad de abstracción para la comprensión de las leyes de la naturaleza.
- 2.1.2 Capacidad de síntesis para determinar lo esencial y eliminar lo superfluo.
- 2.1.3 Dominio de las leyes fundamentales de la física.
- 2.1.4 Dominio del método científico.
- 2.1.5 Capacidad creativa para plantear y resolver problemas en física.
- 2.1.6 Capacidad para comprender los fenómenos naturales.
- 2.1.7 Capacidad de modelar matemáticamente fenómenos naturales.
- 2.1.8 Capacidad para construir y desarrollar argumentaciones lógicas, con una clara identificación de hipótesis o conclusiones.

2.2. Competencias específicas

- a. Aplica los conceptos de física clásica y moderna para comprender la necesidad de la teoría de la relatividad.
- b. Discute conceptos de mecánica clásica y sus limitaciones para deducir la nueva mecánica.
- c. Domina el uso de los tensores en la formulación de la teoría especial de relatividad.
- d. Conoce las transformaciones de Lorentz y sus diferentes parametrizaciones.
- e. Conoce el grupo de Poincaré.
- f. Aplica las transformaciones de Lorentz para deducir consecuencias físicas relevantes.
- g. Domina el uso de los diagramas de Minkowski.

- h. Aplica la invarianza de los cuatrovectores y las leyes de conservación para analizar colisiones.
- i. Escribe la ecuaciones de Maxwell en su forma covariante.
- j. Domina el concepto de tensor de energía-momentum.

3. Unidades

3.1. Espacio de Minkowski

Descripción: El experimento de Michelson-Morley. Invarianza de la rapidez de la luz. Métrica inducida por la invarianza de la rapidez de la luz en el espacio-tiempo. El espacio de Minkowski. Cordenadas y eventos. Clasificación de los eventos en el espacio de Minkowski. Los cuatro-vectores.

Duración: 8 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas individuales, dos problemas en el primer parcial y un problema en el examen final.

3.2. Transformaciones de Lorentz

Descripción: Transformaciones de Galileo. Sistemas Inerciales. Invarianza del tensor métrico. Transformaciones de Lorentz. Diagramas de Minkowski. Boosts y rotaciones. Parametrizaciones de la transformaciones de Lorentz. Invarianza de los cuatro-vectores ante las transformaciones de Lorentz. Consecuencias de las transformaciones de Lorentz. Contracción del espacio. Dilatación del tiempo. Paradoja de los gemelos. Efecto Doppler. Traslaciones en el espacio. Traslaciones en el tiempo. Grupo de Lorentz. Grupo de Poincaré.

Duración: 10 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de tareas individuales, ejercicios en clase y dos problemas en el primer examen parcial y un problema en el examen final.

3.3. Postulados de la Teoría de la Relatividad

Descripción: Marcos de referencia inercial. Primer postulado de la relatividad. Las leyes de la Física, El segundo postulado de la relatividad. Consecuencia de los postulados.

Duración: 6 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, un trabajo de investigación, dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.4. Cinemática Relativista

Descripción: La cuatovelocidad. Transformación de velocidades. Adición de velocidades. Velocidades relativas. Transformación de ángulos. Apariencia visual de objetos. Sistemas acelerados. Transformación de las aceleraciones.

Duración: 10 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase y dos problemas en el segundo examen parcial y un problema en el examen final.

3.5. Dinámica Relativista

Descripción: El cuatro-momentum y su invarianza ante las transformaciones de Lorentz. Dualidad. Transformaciones de momentum y energía. Masa relativista. Masa en reposo. La ecuación relativista $E = mc^2$. La concha de masa. La ecuación relativista. La segunda ley de Newton en la teoría especial de la relatividad. Conservación del momentum y conservación de la energía. Aplicación de la leyes de conservación y de la invarianza del cuatro-momentum al análisis de las colisiones.

Duración: 12 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, dos problemas en el segundo parcial y un problema en el examen final.

3.6. Cálculo Tensorial

Descripción: Transformaciones multilineales. Tensores y producto tensorial. Covarianza y contravarianza. Campos tensoriales. Tensores totalmente simétricos y tensores totalmente antisimétricos. El producto cuña. Formas diferenciales. La derivada exterior. La derivada covariante. Las k-formas. Cálculo exterior. El operador estrella de Hodge.

Duración: 10 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, dos problemas en el tercer parcial y un problema en el examen final.

3.7. Electrodinámica Relativista

Descripción: La fuerza de Lorentz. El campo electromagnético. El tensor de Faraday. Leyes del electromagnetismo. Ley de Gauss, ley de Faraday y ley de Ampere. Las ecuaciones de Maxwell en forma covariante. El cuatro-potencial. La cuatro-corriente. Diagramas de Minkowski para el electromagnetismo. Conservación de la corriente. Energía en el campo electromagnético. Ondas electromagnéticas. Radiación de una carga acelerada. Potenciales de retardo. El tensor de Momentum-Energía.

Duración: 12 períodos de 50 minutos

Metodología: Los períodos de clase son magistrales, donde se definen los conceptos básicos, se presentan ejemplos y se desarrolla la teoría. También se resuelven problemas y ejercicios que se encuentran en los libros de texto.

Evaluación: Se evaluará por medio de ejercicios en clase, tareas individuales, dos problemas en el tercer examen parcial y un problema en el examen final.

4. Evaluación del curso

Los porcentajes asignados a cada uno de los elementos de la evaluación están de acuerdo con el Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala

1 Trabajo de investigación	10 puntos
3 Exámenes parciales	45 puntos
Tareas y ejercicios	20 puntos
Examen final	25 puntos
Total	100 puntos

5. Bibliografía

1. A.P. French “Special Relativity ”, Editorial Chapman Hall. United States

<http://ecfm.usac.edu.gt/programas>