

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FISICA

PROGRAMA Y CRONOGRAMA
FS0734 Tópicos de Física Moderna: Relatividad I
PROF. RODRIGO ALVARADO M
I SEMESTRE DEL 2010

Créditos: 3

Total de horas: 3 horas semanales

Requisitos: FS0410 Física General III, MA1005 Ecuaciones Diferenciales

Primer Ciclo

Duración: Semestral

Justificación:

Este es el primero de dos cursos opcionales de Relatividad General. Su utilidad, en la formación de un profesional en Física, consiste en dar las herramientas Matemáticas (fundamentos de análisis tensorial y geometría diferencial) y Físicas para la correcta interpretación de resultados teóricos y experimentales relacionados como campos gravitacionales de cuerpos aislados, como son: los Agujeros Negros, las estrellas, etc, y algunos aspectos básicos de la Cosmología.

Objetivos Generales

1. Enseñar al estudiante el análisis y la interpretación que se debe hacer a trabajos de Relatividad General de soluciones exactas externas y algunas internas utilizadas en la teoría de Agujeros Negros y la Cosmología, respectivamente.
2. Motivar la lectura de trabajos científicos relacionados con Relatividad General y el interés por ésta.
3. Crear las bases Físicas y Matemáticas para posibles trabajos científicos, al nivel propuesto por el curso.

Objetivos Específicos

1. Enseñar al estudiante que la Relatividad Especial es un instrumento necesario para la correcta interpretación de resultados obtenidos en Relatividad General, en el proceso de comparación y límites de resultados de Relatividad General confrontados con la Relatividad Especial (mundo plano).
2. Dar al estudiante una base de las herramientas matemáticas utilizadas en la Relatividad General clásica.
3. Demostrar algunos efectos gravitacionales que influyen en el movimiento de los planetas, las trayectorias de rayos de luz y el corrimiento gravitacional al rojo de ésta.
4. Introducir al estudiante en el estudio teórico de la Cosmología y la interpretación de datos astronómicos confrontados con la teoría de la cosmología estándar.

Contenidos y cronograma

Tema 1 (1 SEMANA):

- 1.1 Porqué la relatividad surge como necesidad en la Física?
- 1.2 Transformaciones de Galileo
- 1.3 El éter electromagnético
- 1.4 Algunos intentos en explicar el experimento de Michelson

Tema 2 (1 SEMANA):

- 2.1 Obtención de las transformaciones de Lorentz y Einstein

Tema 3 (1 SEMANA):

La contracción del tiempo y el espacio y la paradoja de los relojes

- 3.1 La simultaneidad
- 3.2 La contracción del tiempo y el espacio
- 3.3 La paradoja de los gemelos

Tema 4 (1/2 SEMANA):

- 4.1 El intervalo

Tema 5 (1 y 1/2 SEMANA):

Vectores y tensores tetradimensionales

- 5.1 Vectores y tensores
- 5.2 La matriz de Lorentz
- 5.3 Elementos preparativos para la integración en la geometría diferencial

Tema 6 (1 SEMANA):

Un poco de geometría diferencial

- 6.1 La derivada covariante y el símbolo de Christoffel
- 6.2 Relación del símbolo de Christoffel con el tensor métrico
- 6.3 Algunas relaciones importantes en la geometría de Riemann

Tema 7 (1 SEMANA):

Un poco más, de geometría diferencial

- 7.1 El espacio-tiempo local-geodésico
- 7.2 Las líneas geodésicas y su ecuación
- 7.3 El tensor de Riemann o de curvatura

Tema 8 (1/2 SEMANA):

La distancia, el intervalo de tiempo y la sincronización en un espacio-tiempo de Riemann

- 8.1 La distancia y el intervalo de tiempo
- 8.2 Sincronización.

Tema 9 (1 y 1/2 SEMANA) :

El tensor de energía-impulso

- 9.1 El tensor de energía-impulso en la Teoría Especial de la Relatividad
- 9.2 El tensor de energía-impulso en la Teoría General de la Relatividad

Tema 10 (1 SEMANA):

Acerca de la electrodinámica en la relatividad

- 10.1 La ley de conservación de la carga eléctrica en su forma covariante
- 10.2 La forma covariante de escribir las ecuaciones de la electrodinámica
- 10.3 El vector tetradimensional del potencial electromagnético
- 10.4 El tensor electromagnético de energía impulso

Tema 11 (1 SEMANA):

Las ecuaciones de Einstein

- 11.1 Acerca de algunos de los componentes del tensor métrico y del símbolo de Christoffel
- 11.2 Las ecuaciones del campo gravitacional

Tema 12 (2 SEMANA) :

Los agujeros negros

- 12.1 Simetría esférica del campo gravitacional
- 12.2 El colapso gravitacional de un cuerpo esférico; agujero negro
- 12.3 Análisis acerca de los tipos de singularidades presentes en la métrica de Schwarzschild

Tema 13 (1 SEMANA) :

El movimiento del perihelio de un planeta

Tema 14 (1/2 SEMANA) :

El desvío de la luz, provocado por el campo gravitacional

Tema 15 (1/2 SEMANA) :

El corrimiento gravitacional al rojo

Tema 16 : (2 SEMANA)

El surgimiento del Universo. Solución de Fridmann e inflación

- 16.1 Los modelos de Friedmann
- 16.2 El modelo cerrado isótropo
- 16.3 El modelo abierto isótropo

- 16.4 El modelo plano isótropo
- 16.5 El modelo de inflación (Modelo Estándar).

Metodología

La metodología consiste en clases magistrales en el aula. El estudiante deberá resolver algunas prácticas, asignadas por el profesor, fuera del aula y contará con dos horas de consulta semanales.

Criterios de Evaluación

La evaluación consta de dos investigaciones de trabajos científicos actuales en Relatividad General, relacionados con los temas del curso, tareas y quices. Las dos investigaciones de trabajos científicos tienen un valor de 70% de la nota, las tareas un 10% y los quices un 20%. Cada estudiante individualmente analiza la investigación escogida por éste, de manera que un mismo trabajo no sea analizado por dos estudiantes conjuntamente.

Bibliografía

1. Notas de Relatividad General I. Rodrigo Alvarado M.

Bibliografía suplementaria

1. Gravitation. Charles W. Misner, Kip S. Thorne, John Archibald Wheeler. San Francisco : Freeman, 1973.
2. Hablando de la relatividad. J. L. Synge. Pamplona : EUNSA, s1976
3. Einstein's general theory of relativity: with modern applications in cosmology. Øyvind Grøn, Sigbjørn Hervik. New York : Springer, c2007