

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FISICA

PROGRAMA

FS-0625 RELATIVIDAD GENERAL II
Segundo Semestre del 2018

Características generales

Nombre: FS-0625 Relatividad General II
Créditos: 3
Horas: 3 horas semanales, teórico-práctico
Requisitos: FS-0525 Relatividad General I
Correquisitos: No tiene
Ciclo: Segundo
Clasificación: Curso propio
Modalidad: Presencial

Descripción:

Este es el segundo de los cursos opcionales de Relatividad General. La importancia de este curso radica en la presentación formal de algunos problemas fundamentales de la Teoría de la Relatividad General, actuales y no resueltos hasta la fecha, los esfuerzos y logros alcanzados en la solución de dichos problemas y los posibles métodos propuestos para la solución de éstos. El curso tiene un enfoque teórico, pero se discuten elementos experimentales, tanto históricos como actuales, relacionados con el desarrollo actual en relación a algunos problemas fundamentales no resueltos de la Teoría de la Relatividad General. Los estudiantes aprenderán algunas técnicas de la física y matemáticas, diseñadas para la investigación alrededor de los problemas que se discuten en el curso, y podrá utilizarlas en otros quehaceres de la investigación en las áreas de la Física y Matemática.

Objetivos Generales:

1. Presentar al alumno y la alumna los problemas fundamentales de la Teoría de la Relatividad General en la actualidad, los avances significativos relacionados con éstos y el camino por recorrer.
2. Motivar interés y la lectura de trabajos científicos relacionados con los problemas teóricos fundamentales en la Relatividad General.
3. Crear las bases Físicas y Matemáticas para posibles trabajos científicos, al nivel propuesto por el curso.
4. Presentar al y la estudiante un resumen de los esfuerzos experimentales que han surgido de los datos obtenidos, en el proceso de aclarar la naturaleza física de las hipótesis utilizadas en la búsqueda de soluciones a los problemas fundamentales de la teoría de la Relatividad General.

Objetivos Específicos:

1. Enseñar a los alumnos y a las alumnas los problemas relacionados acerca de la definición de la energía-impulso de campo gravitacional y sus posibles propuestas de solución.

2. Introducir al estudiante en los conceptos de ondas gravitacionales débiles y fuertes, su polarización y radiación, su la relación con la energía-impulso del campo gravitacional y su relación con el momento cuadrupolar de masa de un sistema.
3. Analizar los logros y esfuerzos que se llevan a cabo en el área experimental en relación a la detección directa e indirecta de ondas gravitacionales débiles.
4. Introducir al alumno y la alumna en la Teoría Cuántica de los Campos en espacio-tiempo curvos.
5. Hacer que el alumno descubra, a través de una práctica, con las herramientas dadas en el curso de Relatividad General I y Relatividad General II, posibles soluciones cosmológicas que conllevan a la eliminación de singularidades iniciales cosmológicas, con ayuda de una métrica anisótropa homogénea (Bianchi I).

Contenidos:

Tema 1: El problema de la definición de la Energía Gravitacional.

- 1.a Problema en el planteamiento de la ley de la conservación de la energía y el impulso, considerando un campo gravitacional
- 1.b Pseudotensor de Landau-Lifshitz.
- 1.c Conservación del Ímpetu Tetradimensional considerando la energía gravitacional.
- 1.d La posible solución de Penrose y otros pseudotensores.

Tema 2: Ondas gravitacionales débiles.

- 2.a Pequeñas perturbaciones en la métrica y algunas igualdades
- 2.b Ecuación de una onda gravitacional y las características de la onda
- 2.c Tipos de polarización de las ondas gravitacionales débiles

Tema 3: Ondas gravitacionales fuertes de Robinson y Bondi.

Tema 4: Radiación de las ondas gravitacionales.

- 4.a Planteamiento del problema de la radiación de las ondas gravitacionales débiles
- 4.b Comparación del potencial electromagnético y el tensor de perturbación del tensor métrico
- 4.c El tensor cuadrupolar del momento de las masas y su relación, como principal ingrediente, en la formación de las ondas gravitacionales
- 4.d Intensidad y radiación de las ondas gravitacionales débiles

Tema 5: Problemas experimentales en la observación de los efectos de las ondas gravitacionales.

5.a Desde el cilindro de Weber hasta la detección de ondas gravitacionales del LIGO en el 2016

5.b Interferómetros y otros detectores de ondas gravitacionales en el mundo y las posibilidades de detección de ondas gravitacionales, desde las más caras hasta las más baratas

Tema 6: Algunos elementos de la Teoría Cuántica de los Campos en la Relatividad General..

6.a Los invariantes de los campos cuánticos y la escogencia del Lagrangiano.

6.b Ecuaciones fundamentales de los campos en la teoría de la Relatividad General.

6.c Espinores, matrices gamma, el coeficiente de relación afín e invariantes del campo espinorial. Invariantes de los campos escalares y electromagnéticos.

Tema 7: Cosmología Anisótropa.

7.a Simetría anisótropa y homogénea de Bianchi-I

7.b Solución de Kasner.

7.c Solución de la ecuación de Dirac con la métrica de Kasner.

7.d Solución de la ecuación de un campo escalar libre con la métrica de Kasner.

7.e Solución de los campos interactivos escalar y espinorial con la métrica de Kasner.

7.f Posibles soluciones en relación a la eliminación de la influencia de la singularidad cosmológica inicial en métricas del tipo Bianchi-I.

Cronograma:

Semana	Periodo	Tema
33	13/08-17/08	1 y 2
34	20/08 - 24/08	3 y 4
35	27/08 - 31/08	5
36	3/09 - 7/09	6
37	10/09 - 14/09	7 y 8
38	17/09-21/09	I Trabajo
39	24/09 - 28/09	9, 10 y 11
40	1/10 -5/10	12
41	8/10 - 12/10	12
42	15/10 - 19/10	13
43	22/10 - 26/10	14

44	29/10 - 2/11	14
45	5/11 - 9/11	15
46	12/11 - 16/11	16
47	19/ 11- 23/11	17
48	28/11, 9:00 a.m.	II Trabajo
49		
50	12/12, 1:00 p.m.	Examen de Ampliación y Suficiencia

Metodología:

Las clases tienen una metodología participativa y es esencial la asistencia de los estudiantes, a éstas. Las exposiciones magistrales se caracterizan por las definiciones, demostraciones, explicaciones teóricas y aplicaciones de los temas, por parte del profesor.

El o la estudiante hará una práctica extensa relacionada con la Cosmología anisótropa y homogénea de Bianchi I, en directa relación con el curso, asignada por el profesor en horario de clases. Los estudiantes contarán con dos horas de consulta semanales, también harán dos trabajos de investigación relacionados con artículos en relación a la Teoría de la Relatividad General, y lo visto en el curso, los cuales expondrá ante el grupo.

Evaluación:

La evaluación del curso se hará con dos trabajos que consisten en hacer un análisis detallado de un artículo (para cada trabajo) actual científico relacionado con los problemas teóricos que han sido tratados en el curso y exponerlo ante los y las estudiantes del curso. Para el primer trabajo, los artículos serán de los temas del 1 al 6, para el segundo trabajo será el tema 7. Cada trabajo tiene un valor de un 35%, y una práctica teórica con un valor de 30%.

Bibliografía:

1. Rodrigo Alvarado Marín. (2017). Notas de Relatividad General II, Costa Rica: Sin Publicar.
2. M. Carmeli. (2001). Classical fields: general relativity and Gauge theory. Singapore: World Scientific.
3. Y. Choquet-Bruhat. (2009). General relativity and the Einstein equations. Oxford: Oxford University Press.
4. Ø. Grøn, S. Hervik. (2007). Einstein's general theory of relativity: with modern applications in cosmology, New York: Springer.
5. C. W. Misner, K.S. Thorne, J. A. Wheelerñ. (1973). Gravitation. San Francisco : Freeman.
6. A. K. Raychaudhuri, S. Banerji, A. Banerje. (1992). General relativity, astrophysics, and cosmology. New York : Springer
7. R. M. Wald. (1984). General Relativity. Chicago: University of Chicago Press.
8. R. M. Wald. (1994), Quantum Field Theory in Curved Spacetime and Black Hole Thermodynamics. Chicago: University Of Chicago Press.
9. Steven Weinberg. (1972). Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity. New York: J. Wiley & Sons.