

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE FÍSICA**

**FS-0625 Relatividad General II  
Segundo Semestre del 2012**

**Créditos: 3,**  
**Total de horas: 3 horas semanales**  
**Requisitos: FS-0525 Relatividad General I**  
**Nivel: VI**  
**Duración: Semestral**

**Justificación:**

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 estos.

**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.

Tema 2: Problema en el planteamiento de la ley de la conservación de la energía y el impulso, considerando un campo gravitacional

Tema 3: Pseudotensor de Landau-Lifshitz.

Tema 4: La posible solución de Penrose y otros pseudotensores.

Tema 5: Ondas gravitacionales débiles.

Tema 6: Ondas gravitacionales fuertes de Robinson y Bondi.

Tema 7: Radiación de las ondas gravitacionales.

Tema 8: Problemas experimentales en la observación de los efectos de las ondas gravitacionales.

Tema 9: Algunos elementos de la teoría cuántica de los campos en la relatividad general..

Tema 10: Los invariantes de los campos cuánticos y la escogencia del Lagrangiano.

Tema 11: Ecuaciones fundamentales de los campos en la teoría de la Relatividad General.

Tema 12: Cosmología Anisótropa.

Tema 13: Solución de Kasner.

Tema 14: Solución de la ecuación de Dirac con la métrica de Kasner.

Tema 15: Solución de la ecuación de un campo escalar libre con la métrica de Kasner.

Tema 16: Solución de los campos interactivos escalar y espinorial con la métrica de Kasner.

Tema17: Eliminación de la singularidad cosmológica inicial en métricas del tipo Bianchi-I.

## **Metodología:**

Este curso tiene como modalidad las clases magistrales. Se hará una práctica extensa relacionada con la Cosmología anisótropa homogénea de Bianchi I.

## **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 8, para el segundo trabajo serán los temas del 9 al 17. Cada trabajo tiene un valor de un 35%, y una práctica teórica con un valor de 30%.

Práctica Teórica 30%  
Trabajos 70%

**Cronograma:**

<b>Semana</b>	<b>Periodo</b>	<b>Tema</b>
33	6/08-10/08	1 y 2
34	13/08 - 17/08	3 y 4
35	20/08 - 24/08	5
36	27/08 - 31/08	6
37	03/09 - 07/09	7 y 8
38	10/09-14/09	I Trabajo
39	17/09 - 21/09	9, 10 y 11
40	24/09 -28/09	12
41	01/10 - 05/10	12
42	08/10 - 12/10	13
43	15/10 - 19/10	14
44	22/10 - 26/10	14
45	29/10 - 02/11	15
46	05/11 - 09/11	16
47	12/ 11- 16/11	17
48	19/11 - 23/11	17
49	28/11, 9:00 a.m.	II Trabajo
50	09/12, 1:00 p.m.	Examen de Ampliación y Suficiencia

**Bibliografía:**

- 1. Rodrigo Alvarado Marín, Notas de Relatividad General II, UCR, 2000.**
- 2. M. Carmeli, Classical fields: general relativity and Gauge theory, World Scientific, 2001.**
- 3. Y. Choquet-Bruhat, General relativity and the Einstein equations, Oxford University Press, 2009.**
- 4. R. D'Inverno, Introducing Einstein's Relativity, Oxford University Press, 1992.**
- 5. Ø. Grøn, S. Hervik, Einstein's general theory of relativity: with modern applications in cosmology, Springer, 2007.**
- 6. C. W. Misner, K.S. Thorne, J. A. Wheeler, Gravitation, Freeman, 1973.**
- 7. A. K. Raychaudhuri, S. Banerji, A. Banerje, General relativity, astrophysics, and cosmology, Springer, 1992.**
- 8. R. M. Wald, General Relativity, University of Chicago Press, 1984.**
- 9. R. M. Wald, Quantum Field Theory in Curved Spacetime and Black Hole Thermodynamics, University Of Chicago Press, 1994.**
- 10. Steven Weinberg, Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity, J. Wiley; 1972.**