



1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	FS-0525	Requisitos	FS-0427 o FS-0430 y MA-1005
Nombre	Relatividad General I	Correquisitos	No tiene
Horas	3	Ciclo	I del 2024
Créditos	3	Clasificación	Optativo troncal
Grupos	01	Modalidad	Presencial

2. DESCRIPCIÓN

Este, es el primero de dos cursos opcionales en relación a la Teoría de la 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 introducir al y la estudiante en los temas básicos de la Relatividad Especial y General, tales como la dilatación del tiempo, contracción de la longitud, Agujeros Negros, así como los aspectos básicos de la Cosmología. El curso tiene un enfoque teórico, pero se discuten elementos experimentales, tanto históricos como actuales, relacionados con el desarrollo actual de la Teoría de la Relatividad General. A lo largo del curso, los estudiantes aprenderán la forma de describir el espacio-tiempo de manera geométrica y el significado de los campos físicos en la curvatura del espacio-tiempo.

3. OBJETIVOS

Objetivos Generales:

1. Enseñar al estudiante el análisis y la interpretación que se debe hacer en trabajos de Relatividad General con soluciones exactas externas y algunas internas utilizadas en la teoría de Agujeros Negros y en la Cosmología.
2. Motivar el interés y la lectura de trabajos científicos relacionados con Relatividad General.
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.
2. Dar al estudiante una base de las herramientas matemáticas utilizadas en la Relatividad General.
3. Demostrar los efectos gravitacionales que influyen en el movimiento de los planetas, las trayectorias de rayos de luz, el retraso temporal de las señales electromagnética y el corrimiento al rojo gravitacional.
4. Introducir al estudiante en la Cosmología y la interpretación de datos astronómicos confrontados con la teoría de la cosmología estándar.

4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

Contenido:

Tema 1: Introducción

- 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: Transformaciones de Lorentz

Tema 3: 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: El intervalo

Tema 5: 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: Geometría diferencial I

- 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: Geometría diferencial II

- 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: 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: 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: 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: 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: 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: El movimiento del perihelio de un planeta

Tema 14: El desvío de la luz, provocado por el campo gravitacional

Tema 15: El corrimiento gravitacional al rojo

Tema 16: El surgimiento del Universo. Solución de Friedmann 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).

Cronograma:

Semana	Tema	Actividad
01	1	
02	2	
03	3	
04	4 y 5	
05	5	

06	6	
07	7	
08	8 y 9	I Prueba corta
09	9	
10	10	
11	11	
12	12	II Prueba corta
13	12	
14	13	
15	14 y 15	
16	16	
17		trabajo de investigación (análisis de lecturas)
15 de julio a las 10:00	Todo	Examen de Ampliación

1. METODOLOGÍA

Este curso es presencial en su versión del I semestre 2024. Se utilizará la plataforma institucional Mediación Virtual para colocar algunos documentos del curso. Las clases son magistrales.

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:

1. Algunas tareas, en directa relación con el curso, asignadas por el profesor; éstas se hacen en horario distinto al de las clases, y contará con dos horas de consulta semanales,
2. dos pruebas cortas,
3. un trabajo de investigación relacionado con artículos en relación a la Teoría de la Relatividad General (análisis de lecturas), y lo visto en el curso, el cual expondrá ante el grupo.

2. EVALUACIÓN

La evaluación consta de una investigación de algún trabajo científico actual en Relatividad General, relacionados con los temas del curso, tareas y pruebas cortas. La investigación de un trabajo científico tiene un valor de 40% de la nota, las tareas un 30% y las pruebas cortas un 30%. Cada estudiante individualmente analiza la investigación escogida por éste, de manera que un mismo trabajo no sea analizado por dos estudiantes conjuntamente.

3. BIBLIOGRAFÍA

1. L.F. Abbott, So-Young. (1986). Inflationary cosmology. Singapore: World Scientific.
2. Rodrigo Alvarado Marín. (2017). Notas de Relatividad General I. Costa Rica: Sin publicar .
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. Wheeler. (1973). Gravitation. San Francisco : Freeman.
6. A. K. Raychaudhuri, S. Banerji, A. Banerje. (1992). General relativity, astrophysics, and cosmology. New York : Springer
7. J. Rich. (2001). Fundamentals of cosmology. Berlín: Springer.
8. M. Roos. (1997). Introduction to cosmology. Chichester: J. Wiley, 1997.
9. S. Weinberg. (2008). Cosmology. Oxford: Oxford University Press

Horario de Clases: Lunes de las 10:00 a 12:50 .

Horario de Consulta (Oficina 508): lunes de las 8:00 a 10:00.



DISCRIMINACIÓN

Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

SON MANIFESTACIONES DE DISCRIMINACIÓN:

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminatorio
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

DENUNCIA

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI).

Ninguna de las personas involucradas en el proceso podrán sufrir prejuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la Facultad de Ciencias para buscar apoyo.

☎ 2511-6345 ✉ facultad.ciencias@ucr.ac.cr

FC Facultad de Ciencias

Para conocer el Reglamento contra Discriminación de la UCR ingrese aquí 



Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Promesa o amenaza, implícita o expresa, relacionada con favores sexuales
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).

CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898
comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr
Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909
defensoriahs@ucr.ac.cr

