



MATERIA: RELATIVIDAD GENERAL

DATOS GENERALES:

Descripción:	El curso consiste en una introducción a la Teoría de la Relatividad General o Gravedad de Einstein, la cual es la teoría que mejor describe hasta el momento la interacción gravitacional. En la primera parte del curso se presentan los preliminares matemáticos que se utilizarán. Después se estudiarán los principios en los que está basada la teoría de la relatividad general para posteriormente presentar las ecuaciones de campo de Einstein. A continuación se abordará el tensor de energía-momento en general. Finalmente se obtendrán soluciones analíticas para modelos simples y se presentarán las pruebas clásicas de la teoría.
Seriación y Correlación:	Subsecuentes: Ninguna.
	Consecuentes: Ninguna.
Objetivo:	Conocer y entender los conceptos, ecuaciones e ideas básicas de la Relatividad General, revisando de forma básica el formalismo matemático, principios en las que está basada la teoría, obtención y análisis de algunas soluciones analíticas. Desarrollar las habilidades para describir, explicar, aplicar e interpretar el conocimiento adquirido y desarrollado.
Objetivos específicos:	• Aprender y comprender la notación de índices, además de la definición, álgebra y cálculo de tensores. • Calcular y analizar geodésicas. • Estudiar y entender los principios de la Relatividad General, así como las ecuaciones de campo de Einstein. • Comprender el tensor de energía-momento y calcularlo para ejemplos concretos: Maxwell y fluido perfecto. • Resolver de forma analítica las ecuaciones de campo de Einstein para sistemas con alta simetría. • Estudiar y comprender las soluciones y aplicarlas en el contexto de las llamadas pruebas clásicas de la Relatividad General.
Horas totales del curso:	(90) horas presenciales + (55) horas de autoestudio=145 horas
	totales
Créditos:	9 créditos

REVISIONES Y ACTUALIZACIONES:

Líneas de investigación:	Gravitación
--------------------------	-------------



Autores o Revisores:	Dres. Javier Fernando Chagoya Saldaña, Alberto Isaac Díaz Saldaña, Julio César López Domínguez y Carlos Alberto Ortiz González.
Fecha de actualización por academia:	1 de julio de 2022
Sinopsis de la revisión y/o actualización:	Está es una propuesta que pretende dar una introducción a la teoría de Relatividad General. La propuesta es que el curso sea simple y provea de conocimientos e ideas básicas del tema.

PERFIL DESEABLE DEL DOCENTE:

Disciplina profesional:	Doctorado en Ciencias con experiencia en gravitación
Experiencia docente:	Experiencia profesional docente mínima de dos años a nivel licenciatura

ÍNDICE TEMÁTICO:

TEMA:	SUBTEMA
Preliminares matemáticos.	• Notación de índices. • Identidades vectoriales con notación de índices. • Vectores covariantes y contravariantes. Definición y álgebra de tensores. • Derivada covariante. • Tensor métrico. • Conexiones. • Geodésicas. • Tensor de Riemann y curvatura. • Ecuaciones de Maxwell en forma covariante.
Principios de Relatividad General y ecuaciones de	• Principios de la Relatividad General. • Ecuaciones de campo de la relatividad general. • Ecuaciones de campo en el vacío. Tensor de energía-momento.
Einstein.	• Lagrangiano de Einstein-Hilbert y principio variacional.
Tensor de energía-momento.	• Estructura de las ecuaciones de campo de Einstein. • Tensor de Energía-momento. Materia incoherente. Fluido perfecto. Campo electromagnético. Constante cosmológica. • Limite Newtoniano. • Ecuaciones de conservación.



Soluciones analíticas a las ecuaciones de Einstein y pruebas clásicas.	• Solución de Schwarzschild a las ecuaciones de campo de Einstein. • Pruebas clásicas de la Relatividad General: Perihelio de Mercurio, Desviación de un rayo de luz, Corrimiento al rojo Gravitacional, Dilatación temporal gravitacional. • Geodésicas nulas y tipo tiempo en el espacio-tiempo de Schwarzschild.
--	---

BIBLIOGRAFÍA

Principal:	• S. M. Carroll, <i>"Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity"</i>, Cambridge University Press, 2019. • R. A. D'Inverno, <i>"Introducing Einstein's relativity"</i>, Clarendon Press, 1992. • S. Chandrasekhar, <i>"The Mathematical Theory of Black Holes"</i>, OUP Oxford; Edition Revised ed., 1998. • S. Weinberg, <i>"Gravitation and cosmology: Principles and applications of the General Theory of Relativity"</i>, John Wiley & Sons Inc., NY, 1972. • C. W. Misner, K. S. Thorne and J. W. Wheeler, <i>"Gravitation"</i>, Freeman, 1970.
Enlaces digitales:	
Complementaria:	



PLANEACIÓN EDUCACIONAL:

Competencias generales:	● Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión. ● Capacidad de investigación. ● Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. ● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. ● Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
	● Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. ● Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, teorías y principios físicos. ● Adquirir hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
Competencias específicas:	● Plantear, analizar, y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos numéricos, analíticos o experimentales. ● Aplicar el conocimiento teórico de la física a la realización e interpretación de modelos. ● Demostrar una comprensión profunda de los conceptos de la física clásica y moderna. ● Construir y desarrollar argumentaciones válidas, identificando hipótesis y conclusiones. ● Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico o simulación de procesos físicos. ● Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, teorías y principios físicos. ● Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades específicas. ● Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.



CONTRIBUCIÓN AL PERFIL DE EGRESO:

CONOCIMIENTO:	HABILIDADES:	VALORES:
Conocer la definición de tensores, el álgebra y cálculo de tensores. Tener el conocimiento y comprensión básica de los conceptos, métodos y principios fundamentales de la teoría de Relatividad General. Conocer las ecuaciones de Einstein, el tensor de energía momento y geodésicas.	Aplicar la notación de índices, el álgebra y el cálculo tensorial. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias. Solucionar las ecuaciones de Einstein e interpretar las soluciones.	Tener hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia. Actuar con responsabilidad, honradez y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad y justicia. Mostrar tolerancia en su entorno social, aceptando la
Saber resolver las ecuaciones de Einstein.	Adquirir habilidades sobre los procesos de aprendizaje y autorregularse para desarrollar la capacidad de aprender por sí mismo.	diversidad cultural, étnica y humana. Desarrollar un mayor interés por aquellos problemas cuya solución sea de beneficio social y el medio ambiente



ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS:

Estrategias de enseñanza:	Estrategias de aprendizaje:
• El docente explicará la teoría y presentará ejemplos en las clases presenciales o virtuales. • El docente presentará los preliminares matemáticos básicos para poder conocer, entender y soluciones las ecuaciones de Einstein. • El docente presentará los principios de la Relatividad General, las ecuaciones de Einstein y las solucionará para describir sistemas físicos simples. • El docente motivará a los estudiantes para trabajar de manera individual y en equipo. • El docente promoverá la discusión de los temas del curso, responderá preguntas, solucionará dudas y resolverá problemas en clase.	• El alumno asistirá al menos a un 80% de las clases principales o virtuales impartidas. • El alumno asistirá al menos a un 80% de las clases prácticas impartidas. • El estudiante trabajará en forma individual o por equipo en la comprensión de conceptos y la resolución de problemas. • El estudiante desarrollará mapas conceptuales y mentales de los temas revisados • El estudiante responderá preguntas y resolverá problemas individualmente para exponer en clase y discutir con sus compañeros. • Asistirá a asesorías para resolver dudas sobre la teoría o sobre la solución de problemas.

PROPUESTA DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Criterio de evaluación:	Porcentaje:
Exámenes	50
parciales	15
Tareas	15
Exposiciones	10
Participación	0
Asistencia	10
Proyecto	