

Relatividad general

Requisitos de la materia: Cálculo IV, Métodos Matemáticos I y II, Mecánica II, Teoría Electromagnética.

Descripción de la asignatura: El curso consiste en una introducción a la teoría de la Relatividad general, y consistirá de tres partes principales. La primera estará enfocada en las estructuras matemáticas necesarias para el estudio de la relatividad general, a saber el cálculo sobre variedades y el cálculo tensorial. En la segunda parte, se estudiarán y discutirán los principios de la relatividad general, así como las ecuaciones de Einstein que describen al campo gravitatorio. También se espera que el estudiante continúe con su curso en el sentido de hacer cálculos de las ecuaciones de Einstein para métricas específicas. Entre dichas métricas se destacan las métricas de Schwarzschild, Reissner-Nordström, y de Kerr, las cuales describen espacio-tiempos con simetría esférica, con carga, y rotando, respectivamente. En la última parte del curso se estudiará la cosmología relativista y se desarrollarán en extenso algunos modelos cosmológicos, entre los que se destacan los modelos asintóticamente planos, modelos relacionados con la métrica de Friedmann- Robertson-Walker, y modelos de tipo de Sitter.

Índice Temático:

- 1. Cálculo tensorial.** Variedades y coordenadas. Curvas y superficies. Transformación de coordenadas. Tensores covariantes. Tensores contravariantes. Campos tensoriales. Operaciones algebraicas con tensores. Derivada parcial de un tensor. Derivada de Lie. Derivada covariante. Tensor métrico. Conexiones. Geodésicas. Tensor de Riemann y curvatura. Tensor de Weyl.
- 2. Ecuaciones de campo en la relatividad general.** Principios de equivalencia. Principio de covariancia general. Principio de acoplamiento gravitacional mínimo. Principio de correspondencia. Desviación geodésica. Ecuaciones de campo en el vacío. Ecuaciones de campo con materia. Principios variacionales para la relatividad general. Lagrangiano de Einstein-Hilbert. Lagrangiano de Palatini.
- 3. Estructura de las ecuaciones de campo.** Tensor de Energía-momento. Materia incoherente. Fluido perfecto. Campo electromagnético. Constante cosmológica. Límite Newtoniano. Ecuaciones de conservación. Problema de Cauchy.
- 4. Soluciones específicas a las ecuaciones de campo.** Solución estacionaria. Solución de Schwarzschild. Coordenadas isotrópicas y diagramas de espacio-tiempo. Horizonte de eventos. Solución de Kruskal. Solución de Reissner-Nordstrom. Partículas neutras en el espacio-tiempo de Reissner-Nordstrom. Solución de Kerr.
- 5. Cosmología relativista.** Espacios de curvatura constante. Ecuación de Friedmann. Definición cosmológica de distancia. Modelos cosmológicos planos. Modelos de Friedmann. Modelo de Sitter. Epocas primigenias del Universo. Estructura conforme de espacio tiempos FRW. Tópicos en cosmología.

Bibliografía:

Básica

1. R. A. D'Inverno, *"Introducing Einstein's relativity"*, Clarendon Press, 1992.
2. S. Weinberg, *"Gravitation and cosmology: Principles and applications of the General Theory of Relativity"*, John Wiley & Sons Inc., NY, 1972.
3. B. F. Schutz, *"A first course on general relativity"*, Cambridge University Press, 1985.

Consulta

1. C. W. Misner, K. S. Thorne and J. W. Wheeler, *"Gravitation"*, Freeman, 1970.
2. H. Stephani, *"Relativity, an introduction to special and general relativity"*, Cambridge University Press, 2004.

Planeación Educacional

Competencias a desarrollar:

Generales:

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
3. Habilidad para trabajar en forma autónoma.

Específicas:

13. Plantear, analizar, y resolver problemas relacionados con el campo gravitatorio mediante la utilización de métodos analíticos.
14. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos de la relatividad general.

Resultados del aprendizaje	Actividades educacionales	TETEh	Evaluación
Cálculo tensorial	Teóricas, Practicas (13T+7P= 20 hrs.) Autoestudio	20 10	Examen escrito
Ecuaciones de campo de la relatividad general	Teóricas, Practicas (12T+7P= 20 hrs.) Autoestudio	20 10	Examen escrito
Estructura de la ecuaciones de campo	Teóricas, Practicas (12T+7P= 20 hrs.) Autoestudio	20 10	Examen escrito
Soluciones específicas a las ecuaciones de campo	Teóricas, Practicas (12T+7P= 20 hrs.) Autoestudio	20 10	Examen escrito
Cosmología relativista	Teóricas, Practicas (12T+7P= 20 hrs.) Autoestudio	20 10	Examen escrito

Total de horas de trabajo del estudiante: (65+35) horas presenciales + (50) horas de autoestudio= 150 hrs.

Número de Créditos: 9