

Este programa esta en proceso de aprobación por el Consejo de Facultad (última actualización Mon, 28 Sep 2015 18:19:09 -050). Úselo solamente como fuente de información preliminar. Una versión previa del curso puede encontrarse en el enlace:

<http://astronomia-udea.co/principal/Curriculo/planes.php>

Allí se publicará también la versión definitiva de este semestre una vez este aprobado.

FORMATO DE MICROCURRICULO O PLAN DE ASIGNATURA

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL			
Facultad	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales		
Instituto	Instituto de Física		
Programa(s) Académicos	Física		
Área Académica	Física		
Ciclo	Profundización		
Tipo de Curso	Profundización		
Profesores Responsables	Nelson Vanegas		
Asistencia	Obligatoria		
2. IDENTIFICACIÓN ESPECÍFICA			
Semestre	2015-2		
Nombre de la Asignatura	Relatividad y Gravitación		
Código	0311703		
Semestre en el plan	7		
Número de Créditos	4		
Horas Semestrales	HDD:64	HDA:0	TI:128
Semanas	16		
Intensidad Semanal	Teórico: 4	Práctico: 0	Teórico-Práctico: 0
H (Habilitable)	Si		
V (Validable)	Si		
C (Clasificable)	Si		
Prerrequisitos	Astrofísica Moderna (0311603)		
Correquisitos	Física III (Electrodinámica) (0302136)		
Sede en la que se dicta	Ciudad Universitaria Medellín		
3. DATOS DE LOS PROFESORES QUE ELABORAN EL PLAN DE ASIGNATURA			
Nombres y Apellidos	Nelson Vanegas		
Correo Electrónico	nelson.vanegas@udea.edu.co		
4. DESCRIPCIÓN			
<p>Lograr que el estudiante pueda explicar la gravitación como un fenómeno de la geometría del espacio tiempo. En particular se exploran los conceptos matemáticos necesarios para ese propósito tales como tensores en una variedad diferenciable, métrica y curvatura. Luego se muestran los elementos físicos que llevan a conectar la física con la geometría (curvatura y materia) y los principios de la relatividad general. Se plantea la ecuación de</p>			

Einstein y se resuelve para campo débil, ondas gravitacionales, distribuciones de materia esféricas y se plantean modelos sencillos pero importantes del universo.

5. JUSTIFICACIÓN

Las dos teorías de la Relatividad (Especial y General) son un claro ejemplo de cómo deben ser las teorías físicas. La relatividad es uno de los ejes de la física en los últimos 100 años. En este curso se plantean preguntas profundas sobre la naturaleza y el universo y sobre la interacción gravitacional y su relación con otras teorías.

6. OBJETIVOS

Objetivo General:

Se busca plantear y obtener la ecuación de Einstein para casos especiales pero muy ilustrativos y con la ayuda de observaciones y fenomenología dar cuenta de la relatividad general como teoría de la gravitación.

Objetivos Específicos:

Al terminar el semestre el estudiante podrá:

Objetivos Conceptuales:

Lograr que el estudiante se familiarice con los conceptos y principios básicos de la teoría especial de la relatividad.

Diferenciar la gravitación como un problema de la geometría del espacio tiempo y poder explicar la distribución de materia usando el tensor momento-energía.

Plantear la Ecuación de Einstein

Construir y desarrollar soluciones sencillas de la Ecuación de Einstein

Usando las soluciones encontradas proveer una descripción de los agujeros negros y algunas cosmologías relativistas.

Objetivos Actitudinales:

Explicar la gravitación como un fenómeno de la geometría de un espacio tiempo cuatridimensional y con base en los principios de la misma poder proponer ideas sobre la física de agujeros negros y el universo.

Objetivos Procedimentales:

Mostrar que el espacio tiempo es una variedad diferenciable cuatridimensional con métrica pseudo-riemanniana.

Mostrar cuando una ley física está escrita de forma covariante.

Utilizar el concepto de curvatura para con el tensor de Riemann construir la ecuación de Einstein.

Construir el tensor momento energía para casos sencillo de distribución de materia.

Construir la derivada covariante.

Resolver la ecuación de Einstein en casos sencillos de cuerpos esféricos y cosmología.

Buscar información fenomenológica que sirva de base para contrastar los resultados teóricos.

7. CONTENIDOS

Contenido Resumido

- 1-CRISIS DE LA FÍSICA
- 2-Tensores, ecuaciones de Lagrange.
- 3-Espacio-tiempo y curvatura
- 4-Soluciones con simetría esférica
- 5-Cosmologías relativistas.

Unidades Detalladas

Unidad 1. CRISIS DE LA FÍSICA (3 semanas)

Contenidos conceptuales:

Sistemas coordenados Transformaciones de Lorentz.
Cálculo K para relatividad especial.
Grupo de Lorentz y representaciones.
Geodésicas de un espacio plano.

Contenidos procedimentales:

Mostrar el momento y la posición como cuadvectores.
Usar el grupo de Lorentz apropiadamente.

Contenidos actitudinales:

Argumentar cuatridimensionalmente la física y la diferencia con las ideas newtonianas de la misma.
Mostrar que el grupo de Lorentz es el grupo de invarianza de las transformaciones de un observador a otro.

Unidad 2. Tensores, ecuaciones de Lagrange. (3 semanas)

Contenidos conceptuales:

Tensores en el espacio-tiempo.
Campos tensoriales.
El tensor energía-momentum.
Tensor estrés energía en fluidos perfectos.
Ecuaciones de Lagrange para campos continuos.
Formulación lagrangiana de una teoría física y simetrías.
Tensor de Faraday y derivación de la forma covariante de las ecuaciones de Maxwell con el método lagrangiano.

Contenidos procedimentales:

Mostrar con propiedad que un objeto multilineal es un tensor.
Construir el tensor momento energía para el caso de un fluido perfecto y usarlo para polvo.

Contenidos actitudinales:

Plantear las leyes físicas en forma tensorial.
Con el uso de lagrangianos apropiados encontrar las leyes de la

física en forma variacional.

Unidad 3. Espacio-tiempo y curvatura (6 semanas)

Contenidos conceptuales:

Variedades diferenciables, vectores.
Tensores en el espacio-tiempo.
Campos tensoriales.
Masa y gravitación.
Coordenadas generales y tensores.
Geodésicas, conexiones afines y métricas.
Conexión y derivada covariante.
Conexión métrica y símbolos de Christoffel.
Coordenadas geodésicas.
El tensor de curvatura.
Geodésicas métricas.
Derivación de las ecuaciones de campo de Einstein con método lagrangiano.
Precesión del perihelio de Mercurio y deflexión de los rayos de luz, aproximación de campo débil.

Contenidos procedimentales:

Usar el concepto de tensor para explorar variedades diferenciables cuatridimensionales con métrica pseudo-riemanniana y formular ecuaciones básicas de dichas variedades, especialmente el concepto de curvatura y asociarlo con la física.

Contenidos actitudinales:

Explicar como la gravedad constituye un problema geométrico y con ello plantear ecuaciones que relacionan dicho problema con la materia y la energía

Unidad 4. Soluciones con simetría esférica (2 semanas)

Contenidos conceptuales:

Métrica de Schwarzschild, estrellas y movimiento en un espacio con métrica de Schwarzschild.
Agujeros negros (solución interna y externa).
Extensión de Kruskal y diagramas de Penrose.

Contenidos procedimentales:

Encontrar la trayectoria de la luz o cuerpos masivos en la cercanía de una estrella.

Contenidos actitudinales:

Mostrar que la física de un agujero negro y de cuerpos esféricos conlleva desprenderse de ideas newtonianas de la gravitación aunque coincida con esta a bajas energías y curvatura baja.

Unidad 5. Cosmologías relativistas. (2 semanas)

Contenidos conceptuales:

Introducción a la cosmología relativista.
Modelación del Universo.
Métrica de Friedman Robertson Walker, ecuaciones de Friedman, solución de Universos dominados por materia, radiación y constante cosmológica.
Energía y materia oscura y aceleración del Universo. Ideas sobre Inflación.

Contenidos procedimentales:

Poder mostrar que el universo es modelable en ciertas escalas como polvo (fluido perfecto).
Usar este hecho para encontrar soluciones relativistas a la geometría del mismo.

Contenidos actitudinales:

Usar modelos simples para explicar la evolución del universo.

8. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Exposición magistral del profesor.

Talleres

Búsquedas de bibliografía y presentaciones breves de datos fenomenológicos.

9. EVALUACIÓN

4 exámenes.

10. BIBLIOGRAFÍA

Ray D'Inverno. Introducing Einstein's Relativity.

Greiner. Introduction to Quantum field theory.

Schutz. A first course in general relativity

Ryder. Introduction to General Relativity, Cambridge University Press.

S. Weinberg. Gravitation and Cosmology, John Wiley, New York, 1972.

Misner C., Thorne K.S., Wheeler J.A. Gravitation. W.H. Freeman and Co. 1973

Ramond, P. A quantum field theory primer. Nakahara. Geometry, Topology and Physics.