

NOMBRE DE LA ASIGNATURA POSTGRADO: **RELATIVIDAD**

Planta Docente: (*)	Nombre del docente: Héctor F. Ranea Sandoval (completar hs/semanales - 15 semanas) 6 Nombre del docente (completar hs/semanales - 15 semanas)
Horas Totales	90
Área:	FÍSICA
Correlativas	MECÁNICA. ELECTROMAGNETISMO.
Régimen de Cursada	Cuatrimstral (2 cuatrimestre)
Régimen de Aprobación	PROMOCIÓN. PRESENTACIÓN DE MONOGRAFÍA

.....
Firma y aclaración del titular de cátedra
o responsable del equipo docente

PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA

1- Introducción.

Objetivo de la materia. Este curso es una introducción a la Relatividad, tal como la entendiera Einstein, eventualmente con alguna modificación allí donde la historia posterior evidenció lagunas, fallas, o descripciones demasiado optimistas.

Se buscará en los orígenes de la Relatividad en una primera clase, describiendo lo que llamamos Relatividad de Galilei. Sin embargo, la Relatividad tiene un concepto más amplio en Newton, quien introduce el concepto espacio y tiempo de un modo tan revolucionario como controversial.

Desde el mismo planteo del siglo decimoséptimo, la Relatividad y la Mecánica de Newton comienzan a dar resultados interesantes, que sólo están empañados con los problemas que trae el Electromagnetismo de Maxwell, a su vez, heredero de aquél de Faraday y otros en tanto teoría de campos.

Cuando se trata, sin embargo, de explicar los experimentos de inducción magnética con el concepto de campos heredado del de campo gravitatorio, los problemas que surgen no son menores, pero las soluciones a otros problemas se hacen más patentes.

La Relatividad dio lugar a experimentos de los más variados, entre los cuales se destacan los de Michelson y sus colaboradores. Éstos trajeron consecuencias muy graves sobre la visión del espacio de Newton y sólo fueron resueltos en forma completa y cerrada por Einstein.

Sin embargo, el concepto de espacio-tiempo de Einstein, sufriría aún más transformaciones hasta la versión final de la Relatividad General de Einstein. Desde entonces, los problemas más graves fueron los de reconciliar la misma teoría con los conceptos de Física Cuántica y con la Cosmología, tal como se la entendía a principios del Siglo vigésimo.

Este curso, en tanto introductorio, se propone releer los trabajos fundamentales de Einstein en estos temas, con un toque de modernidad, sobre todo en la notación, para hacer accesible los conceptos encerrados en esos dos trabajos famosos.

El curso estará centrado en la descripción y comprensión de los conceptos de espacio-tiempo, en la dinámica y electrodinámica relativista, en el sentido de Einstein. En los encuentros semanales serán asignadas las tareas de lectura colectiva. Algunas de estas tareas, serán asignadas en forma personal, pero otras se harán en grupos, de ser posible. La tarea podrá ser presentada por escrito o en sesiones de discusión colectiva. Este curso fue dictado ya en otra oportunidad y la distribución temática fue ajustada al cronograma y a la propuesta.

El propósito fundamental del curso es comprender la Relatividad de Einstein, por eso está centrado en sus trabajos más importantes. Esto, sin embargo, tiene una dificultad en tanto la notación de los trabajos es complicada en vista de la más moderna presentación. La idea es, entonces, poder leerlos con la óptica de la notación tensorial moderna.

En tanto este Curso es introductorio, sólo tiene en cuenta parte del complejo problema de la Relatividad.

Otros aspectos serán de gran interés pero no es sencillo un tratamiento introductorio. Se prestará especial atención a los aspectos electromagnéticos en relatividad general. A pesar de que no usará la presentación más moderna, desde el punto de vista de la geometría diferencial de variedades, derivadas de Lie, vectores de Killing, por ejemplo, sino la clásica en desde el punto de vista de vectores y tensores en un espacio de 4 dimensiones y métrica no euclidiana, se presume que un buceo por los trabajos originales de Einstein, puedan dar luz sobre el pensamiento fundamental de un autor esencial de la física del siglo vigésimo.

En la revisión de las pruebas experimentales de la TRG se tendrá un lugar especial para los principios sobre los que se basa: El Principio de Equivalencia de Einstein (a su vez, basado en el Principio de Equivalencia Débil), el Principio de Invarianza de Lorentz y el Principio de

Invarianza de Posición. Éstos marcan un límite para la TRG, pero también para gran parte de los principios de simetría sobre los que se basan todas las teorías más modernas de la Física Clásica.

El tiempo dedicado a clases será dividido entre una exposición del encargado y la discusión posterior con quien debe presentar el tema asignado. Se supone que la construcción de los conceptos podrá avanzar más allá de la clase. La interacción permanente, que permitirá compartir las dudas y los aciertos personales, hará que un estudiante avanzado pueda ir comprendiendo el trabajo en conjunto, a la vez que le servirá de base para que la condición de ser quien preparó el tema lo convierta en un docente auxiliar de una materia compleja.

El curso tiene como intención hacerse alguna de las preguntas fundamentales y responderlas del mejor modo posible, en el marco elegido para la discusión.

2- Título

RELATIVIDAD

3

1.1 Teoría Especial de la Relatividad.

1.1.1 Primer paso:

Los enunciados de la Relatividad. Cinemática de Einstein. Simultaneidad. La relatividad de longitudes y tiempos. Las transformaciones de Lorentz en Sistemas de Referencia Inerciales. Cuerpos y relojes en movimiento. Composición de velocidades.

1.1.2 Segundo paso:

La electrodinámica de Einstein. Ecuaciones de Maxwell covariantes. Efecto Doppler. Aberración de la luz. Transformación de la energía del campo electromagnético. Presión de radiación. Transformaciones con corrientes.

1.1.3 Tercer paso:

Tetravectores útiles. Acción relativista. Ecuaciones de Maxwell por principio de acción extrema. Dinámica de electrones lentos acelerados. Bremsstrahlung. Ciclotrón y sincrotrón. Distribución de frecuencias.

1.2 Teoría de la Relatividad General

1.2.1 Cuarto paso:

Cuestiones experimentales y lógicas que llevan a la Teoría General de la Relatividad. Caso de la carga en aceleración uniforme: Demostraciones de Schwinger y de Feynman.

1.2.2 Quinto paso:

Problemas con la Relatividad Especial. Aspectos históricos y experimentales. Predicciones de la Mecánica de Newton. Esfuerzos hacia una teoría lorentziana. Sobre las razones que exigen extender el principio de la relatividad especial.

1.2.3 Sexto paso:

El continuo espacio-tiempo. Ecuaciones covariantes generales. Elemento de intervalo. Tensor métrico o fundamental. Tetravectores covariantes y contravariantes. Tensores de rango mayor que uno. Contracción tensorial.

1.2.4 Séptimo paso:

Propiedades del tensor fundamental. Nuevos tensores a partir del fundamental. Ecuación de las líneas geodésicas. Nuevos tensores por derivación. Derivada covariante. Símbolos de Christoffel. Más sobre el tensor fundamental. El tensor de Riemann-Christoffel.

1.3 Teoría del Campo Gravitatorio

1.3.1 Octavo paso:

Movimiento de un punto material en presencia de campo gravitatorio. Campo de la gravitación en ausencia de materia. Ecuaciones de Hamilton. Energía e Impulso. Forma general del campo de gravitación.

1.3.2 Noveno paso:

Consideraciones acerca de las leyes de conservación. Las ecuaciones de campo como responsables de las leyes de conservación.

1.3.3 Décimo paso:

Ecuaciones de Euler para fluidos no viscosos. Ecuaciones de Maxwell para el vacío.

1.3.4 Undécimo paso:

Teoría de Newton como primera aproximación.

1.3.5 Duodécimo paso:

Deflexión de luz en campos gravitatorios. Perihelio de Mercurio y otros planetas.

El efecto Doppler gravitatorio. El Big Bang como consecuencia de las ecuaciones dinámicas.

1.3.6 Decimotercer paso:

Ondas gravitatorias. Fundamentos. Análisis de resultados. Posibles mecanismos de detección.

BIBLIOGRAFÍA

Material: Se agregan a un DVD que se entrega a los estudiantes, varios libros sobre el tema y cursos acerca de los temas favoritos de este tipo de análisis.

Textos: Classical Theory of Fields, Landau & Lifshitz; Papers de A. Einstein: Electrodynamics of Moved Bodies, Fundamentals of the General Theory of Relativity; Relativity de K. Bondi; Curso de Max Camenzind. Está disponible, aunque todavía en fase de corrección, un apunte de la Cátedra con referencia a todos los temas que serán tratados.

Regímenes de PROMOCIÓN evaluación y aprobación

Notas: La tarea será graduada de acuerdo con la actividad desarrollada en el Curso de acuerdo con el esquema que sigue, armado de acuerdo a la lectura asignada semana a semana y un examen de recapitulación final.

- Lectura Asignada: 60%
- Recapitulación Final: 40%.

Exámenes: Tanto la lectura asignada, como la recapitulación final serán en fecha a convenir. Se supondrá que la lectura se hará durante los términos lógicos de desarrollo de la tarea global. Se trata de una charla con discusión y no sólo una resolución de algún problema; por otra parte, será considerada una presentación exitosa aquella en la que se puedan demostrar los diferentes problemas que todo trabajo escrito presenta, aún los algebraicos.