

Relatividad Especial

- Tipo de actividad: materia cuatrimestral, pudiendo cursarse en cualquiera de los dos cuatrimestres.
- Título: Relatividad Especial.
- Objetivo: introducir al estudiante en la Teoría de la Relatividad Especial, con el doble objetivo de poder ser utilizada como herramienta para la descripción de fenómenos astronómicos, y como paso previo al estudio de la teoría gravitatoria relativista (Relatividad General).
- Programa analítico:

PARTE I. NEWTON, MAXWELL Y EINSTEIN

Unidad 1: Postulados de la Teoría de la Relatividad. Estudio conceptual de las leyes de Newton. Espacio y tiempo newtonianos. Transformación de Galileo. Principio de relatividad galileano. Leyes de Maxwell. Éter. Transformación de Lorentz; rotación en 4D. Principio de relatividad de la electrodinámica. Incompatibilidad entre la mecánica y el electromagnetismo. Postulados de Einstein. Transformación de velocidades y aceleraciones.

PARTE II. PRIMER POSTULADO: CONSTANCIA DE c

Unidad 2: Cinemática relativista: espacio y tiempo. Sistema de referencia inercial. Sincronización de relojes. Invariancia del intervalo. Diagramas de Minkowski. Cono de luz; pasado y futuro. Relatividad de la simultaneidad. Dilatación del tiempo. Tiempo propio y observadores acelerados. Aberración y efecto faro. Efecto Doppler. Modelo de paradoja temporal: la paradoja de los gemelos. Transformación de longitudes transversales y paralelas al movimiento. La forma de los objetos móviles. Modelo de paradoja espacial: la paradoja de la garrocha y el granero. Deformación de los cuerpos.

Unidad 3: Dinámica relativista: masa, momento y energía. Conservación del momento. No conservación de la masa. Equivalencia entre masa y energía. Masa en reposo como invariante del momento y la energía. Transformación del momento y la energía. Energía cinética. Aplicaciones: absorción total de fotones, efecto Compton, creación de pares.

Unidad 4: Dinámica relativista: fuerza y aceleración. Segunda ley de Newton relativista. Aceleración relativista. Transformación de la fuerza y la potencia. Potencia invariante. Transformación del momento angular.

Unidad 5: Dinámica relativista: electromagnetismo. Carga y corriente. Invariante de carga. Corriente en conductores. Transformación de los campos eléctrico y magnético. Breve introducción a la mecánica lagrangiana.

PARTE III. SEGUNDO POSTULADO: PRINCIPIO DE RELATIVIDAD

Unidad 6: Análisis tensorial en Relatividad Especial: tetra vectores y 1-formas. Tetra vector relativista. Transformación de tetra vectores entre sistemas inerciales. Tetra vectores base. Magnitud y producto escalar en el espacio de Minkowski. Tetra vectores posición, velocidad, momento-energía, carga-corriente, y sus magnitudes invariantes. Sistema de referencia momentáneamente comóvil (SRMC). Tetra aceleración. Tetra vectores y fotones. Tensor $(0,N)$. Componentes. Tensores $(0,1)$: 1-formas y espacio dual. Componentes y transformación de 1-formas. Contracción de índices. Covarianza y contravarianza. 1-formas base. Gradiente de una función.

Unidad 7: Análisis tensorial en Relatividad Especial: tensores generales. Producto exterior. Tensores $(0,2)$: componentes y simetrías. Tensor métrico: asociación entre tetra vectores y 1-formas. Magnitud y producto escalar de 1-formas. 1-formas normales. Tensores $(M,0)$. Tensores (M,N) . Subir y bajar

índices. Diferenciación de tensores. Segundo principio de la Relatividad: formas invariantes. Ejemplos.

PARTE IV. PRELUDIO A LA RELATIVIDAD GENERAL: EL TENSOR DE ESFUERZOS EN RELATIVIDAD ESPECIAL

Unidad 8: Fluido sin presión: polvo. Densidad numérica de partículas. Flujo. Tetravector densidad-flujo. Densidad como flujo temporal. Flujos en términos de 1-formas. Tensor de esfuerzos en el SRMC y en otros sistemas inerciales.

Unidad 9: Fluidos generales. Tensor de esfuerzos. Simetría. Conservación del momento y la energía. Conservación del número de partículas. Fluido perfecto. Tensor de esfuerzos en el SRMC y en otros sistemas inerciales. Leyes de conservación. Primer principio de la termodinámica. Ecuaciones de Euler tetradimensionales. Forma integral de las leyes de conservación.

- Bibliografía básica:
 - Resnick, R. *Introduction to special relativity*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, EE.UU. (1968)
 - Schutz, B. F. *A first course in general relativity*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Reino Unido (1985).
 - Shadowitz, A. *Special relativity*. Dover Publications Inc., Nueva York, EE.UU. (1988)
 - Taylor, E. F. y Wheeler, J. A. *Spacetime physics*. W. H. Freeman & Co, Nueva York, EE.UU. (1992)

- Carga horaria: 64 horas de teoría distribuidas en 16 semanas (4 horas de teoría por semana), más 28 horas de práctica distribuidas en 14 semanas (2 horas de práctica/evaluaciones por semana).

- Plantel docente:
Dr. Daniel Diego Carpintero, Profesor Adjunto.
Dr. Marcelo Miguel Miller Bertolami, Jefe de Trabajos Prácticos.
Los CV se adjuntan en archivos.

- Mecanismo explícito de aprobación:
La materia tiene como correlativas Álgebra Lineal y Física Moderna. Deben tenerse los trabajos prácticos aprobados de ambas correlativas para cursar, y debe haberse aprobado el final de las correlativas para rendir el examen final. La aprobación de la materia consta de dos pasos: 1º) aprobación de los trabajos prácticos mediante la resolución de problemas; 2º) aprobación de un examen final abarcativo de toda la materia.