



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA  
**RELATIVIDAD ESPECIAL**

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 2 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL (DICTADA EN AMBOS SEMESTRES)

PROFESOR A CARGO: DANIEL D. CARPINTERO

OBJETIVOS

Justificar los postulados de la teoría. Aprender y entender conceptualmente las modificaciones que deben introducirse en la Mecánica a raíz de los postulados relativistas. Introducir el lenguaje de la geometría diferencial para estudiar la teoría en el espaciotiempo plano.

CONTENIDO TEMÁTICO

**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. Principio de relatividad de la electrodinámica. Incompatibilidad entre la mecánica y el electromagnetismo. Postulados de Einstein.

**PARTE II. PRIMER POSTULADO: CONSTANCIA DE  $c$**

**Unidad 2: Cinemática relativista: espacio y tiempo.** Sistema de referencia inercial. Transformación de Lorentz. Sincronización de relojes. Invariancia del intervalo. Transformación de velocidades. Diagramas de Minkowski. Cono de luz; pasado y futuro. Relatividad de la simultaneidad. Dilatación del tiempo. Efecto Doppler. Aberración de la luz. Efecto faro. Velocidades hiperlumínicas. Modelo de paradoja temporal: la paradoja de los gemelos. Contracción de las longitudes. La forma de los objetos que se mueven. 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. Transformación del momento y la energía. Masa en reposo como invariante 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. Fuerza, trabajo y energía cinética. Aceleración relativista. Transformación de la fuerza y la potencia. Momento angular. Introducción a la mecánica lagrangiana relativista.

**Unidad 5: Dinámica relativista: electromagnetismo.** Carga y corriente. Invariante de carga. Corriente en conductores. Transformación de los campos eléctrico y magnético. El problema clásico del voltaje inducido.

**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. Tetravectores posición, velocidad y aceleración. Tetravectores momento-energía y carga-corriente, y sus magnitudes invariantes. Sistema de referencia momentáneamente comóvil. Tetraaceleración. Tetravectores y fotones. Tensor  $(0,N)$ . Componentes. Tensores  $(0,1)$ : 1-formas. Componentes y transformación de 1-formas. Contracción de índices. Covarianza y contravarianza. 1-formas base y su transformación. Gradiente de una función.

**Unidad 7: Análisis tensorial en Relatividad Especial: tensores generales.** Producto exterior. Tensores  $(0,2)$ : componentes y simetrías. Tensor métrico de Minkowski: asociación entre tetravectores y 1-formas. Magnitud y producto escalar de 1-formas. 1-formas normales. Tensores  $(M,0)$ . Tensores  $(M,N)$ . Operaciones tensoriales: suma, producto por un número real, contracción, 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 ENERGÍA-MOMENTO EN RELATIVIDAD ESPECIAL**

**Unidad 8: Fluido sin presión: polvo.** Densidad numérica de partículas. Flujo. Tetravector densidad-flujo. Densidad como flujo temporal. Tensor de energía-momento en distintos sistemas de referencia.

**Unidad 9: Fluido ideal y leyes de conservación.** Tensor de energía-momento del fluido ideal. Conservación del número de partículas. Conservación del momento y la energía. Comparación conceptual con las leyes de conservación clásicas. Forma integral de las leyes de conservación.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

Puede consultarse cualquier libro de nivel universitario sobre Teoría de la Relatividad Especial. En particular, la cátedra basa su curso principalmente en los siguientes dos libros:

- 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)