



## ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

### Contenidos de la asignatura:

#### Capítulo 1: INTRODUCCIÓN.

- 1.1: Insuficiencia de la Gravitación Newtoniana.
- 1.2: Gravitación en relatividad especial.
- 1.3: Principio de equivalencia.
- 1.4: Sistemas de referencia localmente inerciales.
- 1.5: Corrimiento al rojo gravitatorio.
- 1.6: Experimento de Pound-Rebka.
- 1.7: Geometría y Gravitación.

#### Capítulo 2: GEOMETRÍA DIFERENCIAL.

- 2.1: Variedad diferenciable.
- 2.2: Espacios tangente y cotangente.
- 2.3: Álgebra tensorial en un punto.
- 2.4: Campos de vectores y uno-formas.
- 2.5: Curvas integrales.
- 2.6: Campos de tensores, campos de p-formas y álgebra exterior.
- 2.7: Conexiones y derivadas covariantes.
- 2.8: Transporte paralelo.
- 2.9: Conexión de Levi-Civita.
- 2.10: Curvas autoparalelas y geodésicas.
- 2.11: Torsión y curvatura.
- 2.12: Primeras y segundas identidades de Bianchi.
- 2.13: Identidades de Ricci.
- 2.14: Desviación geodésica.
- 2.15: Tensores de Ricci y de Einstein.

#### Capítulo 3: PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA Y ECUACIONES DE EINSTEIN.

- 3.1: Principio de equivalencia débil.
- 3.2: Sistemas de referencia locales en caída libre.
- 3.3: Principio de equivalencia de Einstein.
- 3.4: Fuerzas de marea.
- 3.5: Tensor energía-momento.
- 3.6: Ecuaciones de campo de Einstein.
- 3.7: Límite Newtoniano.

#### Capítulo 4: SOLUCIONES ESTACIONARIAS A LAS ECS. DE EINSTEIN.

- 4.1: Grupos de isometrías y campos de Killing.
- 4.2: Órbitas.
- 4.3: Espacios estacionarios y estáticos.
- 4.4: Simetría esférica.
- 4.5: Teorema de Birkhoff.
- 4.6: Geometría de Schwarzschild.
- 4.7: Espacios axisimétricos.
- 4.8: Métrica de Kerr.
- 4.9: Ecuaciones de Einstein-Maxwell.
- 4.10: Métrica de Reissner-Nordstrom.
- 4.11: Otras soluciones.

---

#### Capítulo 5: DINÁMICA EN ESPACIOS ESTACIONARIOS.

- 5.1: Observadores en relatividad general.
- 5.2: Tiempo propio, geometría espacial y simultaneidad.
- 5.3: Ecuaciones de movimiento de una partícula test.
- 5.4: Leyes de conservación.
- 5.5: Campos electromagnéticos.
- 5.6: Movimiento de partículas test cargadas.

---

#### Capítulo 6: TEORÍA DE PERTURBACIONES Y RADIACIÓN GRAVITATORIA.

- 6.1: Introducción.
- 6.2: Propagación de perturbaciones.
- 6.3: Ondas gravitacionales en el espacio plano.
- 6.4: Propagación en espacios curvos.
- 6.5: Ondas gravitacionales no perturbativas.
- 6.6: Ondas de Aichelburg-Sexl.
- 6.7: Energía y momento de una onda gravitacional.
- 6.8: Efectos relativistas en sistemas binarios.

---

#### Capítulo 7: ESTRUCTURA CAUSAL. SINGULARIDADES.

- 7.1: Definiciones básicas de futuros y pasados.
- 7.2: Condiciones de causalidad.
- 7.3: Dominios de dependencia y hiperbolicidad global.
- 7.4: Singularidades.
- 7.5: Horizontes.
- 7.6: Transformaciones conformes.
- 7.7: Diagramas de Penrose.

---

#### Capítulo 8: FORMULACIÓN LAGRANGIANA Y HAMILTONIANA

- 8.1: Acción de Einstein-Hilbert.
- 8.2: Descomposición ADM.
- 8.3: Formulación Hamiltoniana.
- 8.4: Problema de conservación de la energía.
- 8.5: Definiciones de masa.

---

#### Capítulo 9: TERMODINÁMICA DE AGUJEROS NEGROS.

- 9.1: Radiación de Hawking.
- 9.2: Entropía de Bekenstein.
- 9.3: Leyes de la termodinámica para un agujero negro.
- 9.4: Gravitación como un fenómeno emergente.

---

### Bibliografía básica

- 1. R. M. Wald, *General Relativity*. The University of Chicago Press, 1984.
- 2. S. M. Carroll, *Spacetime and Geometry. An Introduction to General Relativity*. Addison Wesley, 2004.
- 3. T. Padmanabhan, *Gravitation. Foundations and Frontiers*. Cambridge University Press, 2010.

---

### Bibliografía complementaria

- 1. E. Poisson, *A Relativist's Toolkit. The Mathematics of Black-Hole Mechanics*, Cambridge University Press, 2004.
  - 2. S. Hawking and G. F. R. Ellis, *The Large Scale Structure of Space-Time*. Cambridge University Press, 1973.
-