

## RELATIVIDAD

---

CLAVE: 0228  
QUINTO SEMESTRE  
CRÉDITOS: 06

MODALIDAD: Curso  
CARÁCTER: Obligatorio  
REQUISITOS: Electromagnetismo I, Álgebra Lineal I, Calculo Diferencial e Integral III, Ecuaciones Diferenciales I, Mecánica Vectorial.

---

HORAS POR CLASE  
HORAS POR SEMANA  
HORAS POR SEMESTRE

TEÓRICAS: 1  
TEÓRICAS: 3  
TEÓRICAS: 48

---

### Objetivos

Presentar los conceptos básicos de la relatividad general utilizando para ello el cálculo tensorial, así como estudiar espacio-tiempos específicos.

### Metodología de la enseñanza

Lograr la participación activa de los alumnos mediante exposiciones y tareas semanales.

### Evaluación del curso.

Tareas, exámenes parciales, examen final, posibles presentaciones.

### Temario

1. Repaso de relatividad especial **8 hrs.**
  - 1.1 Diagramas de espacio-tiempo.
  - 1.2 El espacio-tiempo de Minkowski.
  - 1.3 Transformaciones de Lorentz.
  - 1.4 Elemento de línea.
  - 1.5 Cambios de coordenadas.
  - 1.6 Mecánica y dinámica relativista.
  
2. Análisis tensorial **9 hrs.**
  - 2.1 Definición de cantidades escalares, vectoriales y tensoriales.
  - 2.2 Elemento de línea, diferencial de posición, tensor métrico.
  - 2.3 Operaciones tensoriales.
  - 2.4 Derivación covariante, conexión afín.
  - 2.5 Movimiento geodésico.
  - 2.6 Símbolos de Christoffel como conexión afín y su relación con el tensor métrico.
  - 2.7 Tensor de Riemann, Ricci, escalar de curvatura. Definición y propiedades.
  
3. Tensores de energía-momento **6 hrs.**
  - 3.1 Ecuaciones covariantes de Maxwell.
  - 3.2 Cuadripotencial electromagnético.
  - 3.3 Tensor de Maxwell.
  - 3.4 Descripción de fluido perfecto.
  - 3.5 Tensor de energía momento del fluido perfecto.

3.6 Leyes de conservación.

4. Relatividad General **10** hrs.

- 4.1 Espacio tiempo curvos.
- 4.2 El principio de equivalencia.
- 4.3 Identidades de Bianchi.
- 4.4 Ecuaciones de campo de Einstein.
- 4.5 Movimiento geodésico revisado.
- 4.6 Campos gravitacionales débiles, límite newtoniano.

5. Soluciones particulares de las ecuaciones de Einstein **9** hrs.

- 5.1 Hoyo negro, solución de Schwarzschild, propiedades, movimiento geodésico.
- 5.2 Modelo cosmológico, solución de Friedmann – Robertson – Walker.
- 5.3 Ondas gravitatorias.

6. Temas avanzados (sugerencias) **6** hrs.

- 6.1 Comentarios sobre el modelo cosmológico LambdaCDM.
- 6.2 Hoyo negro cargado.
- 6.3 Hoyo negro de Kerr.
- 6.4 Hoyos de gusano.
- 6.5 Introducción a la cuantización de la gravedad.
- 6.6 Lentes gravitatorias.
- 6.7 Relatividad numérica.
- 6.8 Astrofísica relativista.
- 6.9 Teorías alternativas a la Relatividad General.

#### **Bibliografía básica**

- Schutz, B.F., A First Course in General Relativity, Cambridge: Cambridge Univ. Press (1985).
- Weinberg, S., Gravitation and Cosmology, New York: John Wiley (1972).
- Alcubierre, M, Introduction to numerical relativity, Oxford University Press (2008).
- Rindler, W, Relativity: Special, General and Cosmological, Oxford University Press (2001).
- Papapetrou, A, Lectures on General Relativity, Reider Publishing Co. (1974).
- D'Inverno, R, Introducing Einstein's relativity, Oxford University Press (1992).
- Hacyan, S, Relatividad especial para estudiantes de Física (1995).
- Taylor, E. F., Wheeler, J. A., Spacetime Physics, New York: W. Freeman & Co. (1963).

#### **Bibliografía complementaria**

- Lightman, A. P., Press, W. H., Teukolsky, S. A., Problem Book in Relativity and Gravitation, USA: Ed. Princeton (1975).
- Wald, R., General Relativity, University of Chicago Press (1984).
- Poisson, E., An advanced course in General Relativity, Libro electrónico en pdf (2002).
- Misner, Ch. W., Thorne, K. S., and Wheeler, J. A., Gravitation, Freeman & Co. Sn. Fco. (1973).

- Landau, L. D. y Lifshitz, E. M. Curso de Física Teórica, vol. 2, Teoría Clásica de los Campos, 2a. Ed., Editorial Reverté, México (1992).
- Degollado J. C., Núñez, D., Notas para el curso de relatividad general de la Facultad de Ciencias, electrónico en pdf (2010).