

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

<b>Código</b>	44929
<b>Nombre</b>	Física matemática
<b>Ciclo</b>	Máster
<b>Créditos ECTS</b>	3.0
<b>Curso académico</b>	2024 - 2025

**Titulación(es)**

<b>Titulación</b>	<b>Centro</b>	<b>Curso</b>	<b>Periodo</b>
2183 - Máster Universitario en Investigación Matemática	Facultad de Ciencias Matemáticas	1	Segundo cuatrimestre

**Materias**

<b>Titulación</b>	<b>Materia</b>	<b>Caracter</b>
2183 - Máster Universitario en Investigación Matemática	4 - Intensificación matemática fundamental	Optativa

**RESUMEN**

Esta asignatura es una introducción a la teoría de la relatividad de Einstein, en sus dos versiones conocidas como "relatividad especial" y "relatividad general". Se pretende dar una visión somera de esta teoría física, que resulte asequible a graduados de matemáticas e ingeniería. El ingeniero encontrará en esta asignatura las bases teóricas de numerosas aplicaciones de la relatividad. Por sólo citar dos aplicaciones, mencionemos la equivalencia entre masa y energía (que está a la base de la producción de energía en centrales nucleares), y los dispositivos de navegación GPS (de amplio uso actualmente). Por su parte, el matemático encontrará en esta asignatura una aplicación muy útil y directa de nociones de geometría diferencial aprendidas en sus estudios de grado.

Graduados jóvenes con intereses científicos habrán seguido espectaculares descubrimientos en este campo de la física, como son las ondas gravitatorias (descubiertas recientemente) o los agujeros negros (popularizados por el eminente científico británico S. Hawking). Esta asignatura aportará al estudiante un panorama general, al tiempo que le proporcionará una visión interdisciplinaria de varias ciencias: la matemática, la ingeniería y la física.



## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

Se suponen conocimientos previos de cálculo diferencial e integral, y de álgebra lineal, así como nociones elementales de física (mecánica newtoniana, electrodinámica), todo ello al nivel de los estudios de grado que ha cursado cualquier graduado en ingeniería y/o matemáticas. Aunque serán útiles si ya se dispone de ellos, no se presupondrán conocimientos de geometría diferencial, pues se adquirirán durante el curso las nociones básicas necesarias.

## COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

Resultados fundamentales:

A02(G) Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la intersección entre Matemáticas y Física Teórica.

A09(G) Disponer de los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para interpretar, seleccionar y valorar la aplicación de nuevos conceptos y desarrollos científicos y tecnológicos relacionados con la Relatividad, como estructura fundamental del espacio-tiempo.

B01(E) Resolver problemas matemáticos que puedan plantearse en la Relatividad, aplicando los conocimientos matemáticos sobre: álgebra lineal (4-vectores y tensores de orden más alto en el espacio-tiempo y sus transformaciones según Lorentz); geometría (espacio hiperbólico según Minkowski y su representación en diagramas); cálculo diferencial e integral (longitud de curvas en el espacio-tiempo); ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales (leyes dinámicas relativistas, ecuaciones de Maxwell, formalismo variacional de Lagrange); geometría diferencial (el formalismo de curvas geodésicas, símbolos de Cristoffel, derivadas covariantes, curvatura según Riemann y Ricci).

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Relatividad especial

- El espacio-tiempo Newtoniano
- El principio de relatividad
- Las transformaciones de Lorentz. El espacio-tiempo de Minkowski.
- Vectores y tensores en el espacio de Minkowski.
- Contracción de longitudes y dilatación de tiempos.



- Dinámica relativista especial.
- Principios variacionales.
- Aplicaciones de la relatividad especial.

## 2. Relatividad general

- El principio de equivalencia
- Fuerzas gravitatorias
- El límite Newtoniano
- El principio de covariancia general
- Nociones de análisis tensorial
- Dinámica relativista general
- Las ecuaciones de Einstein
- Aplicaciones de la relatividad general
- Ondas gravitatorias y agujeros negros

## VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	30,00	100
Estudio y trabajo autónomo	10,00	0
Preparación de actividades de evaluación	10,00	0
Preparación de clases de teoría	10,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>60,00</b>	

## METODOLOGÍA DOCENTE

La metodología empleada para esta asignatura se dirige a la parte del temario impartido. El temario se divide en dos partes: la teoría especial y la teoría general de la Relatividad.

Normalmente en la Relatividad Especial hay poca dificultad con el formalismo matemático exigido. No obstante, son los nuevos conceptos del espacio-tiempo y las nociones de «sistema de referencia» y de «evento» que representan los primeros obstáculos en el aprendizaje de la teoría, sobre todo la complicada noción de «simultaneidad relativa» o el «principio de envejecimiento máximo».

Por otro lado, en la Relatividad General son las dificultades del formalismo matemático (la geometría pseudo-Riemanniana) las que se deben superar. Deben ser superadas para adquirir la agilidad necesaria en la resolución de los problemas físicos en este contexto.



## EVALUACIÓN

La evaluación continua se basará en la asistencia a clase (asistencia mínima: 80%) y medirá la participación en la misma, las preguntas realizadas, y la entrega y exposición de trabajos.

Las dos partes de la asignatura, la Relatividad Especial y la Relatividad General, cuentan 50% de la nota final, respectivamente.

El trabajo académico se presentará en clase ante el profesor, para su defensa y puntuación. Podrá constar de un tema teórico, tomado del programa de la asignatura, y/o de un ejercicio práctico, desarrollado en detalle.

Las pruebas objetivas (tipo test) serán cuestiones breves, para señalar la respuesta correcta entre varias opciones.

Para los alumnos no presenciales, elaboraremos una colección de tareas que cubran toda la asignatura, con fechas de entrega y corrección fijadas a lo largo del cuatrimestre. Dicha lista se comunicará a cada alumno no presencial al comienzo del curso.

## REFERENCIAS

### Básicas

- Gravity : an introduction to Einstein's general relativity. Hartle, James B. Addison-Wesley 2003.
- Teoría clásica de los campos. Landau, L., 1908-1968. Lifshitz, E. M., 1915-1985. Reverté 1992.
- Gravitation. Misner, Charles W., et al W.H. Freeman. 1999.
- Gravitation and cosmology : principles and applications of the general theory of relativity Weinberg, Steven. John Wiley & Sons 2015.

### Complementarias

- The Special Theory of Relativity. Bohm, David. Routledge 2006.
- Space, Time, and Gravity: The Theory of the Big Bang and Black Holes. Wald, Robert M. University of Chicago Press 1992 (sólo Capítulos I-III).