

Facultad de Ciencias

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G2002 - Relatividad General

Doble Grado en Física y Matemáticas  
Optativa. Curso 5

Grado en Física  
Optativa. Curso 4

Grado en Física  
Optativa. Curso 4

Curso Académico 2024-2025

**1. DATOS IDENTIFICATIVOS**

|                          |   |                  |                   |                      |  |
|--------------------------|---|------------------|-------------------|----------------------|--|
| Título/s                 | Doble Grado en Física y Matemáticas<br>Grado en Física<br>Grado en Física |                  |                   | Tipología<br>y Curso | Optativa. Curso 5<br>Optativa. Curso 4 |
| Centro                   | Facultad de Ciencias  |                  |                   |                      |  |
| Módulo / materia         | MATERIA RELATIVIDAD GENERAL<br>MENCIÓN EN FÍSICA FUNDAMENTAL              |                  |                   |                      |  |
| Código<br>y denominación | G2002 - Relatividad General   |                  |                   |                      |  |
| Créditos ECTS            | 6   | Cuatrimestre     | Cuatrimestral (1) |                      |  |
| Web                      |   |                  |                   |                      |  |
| Idioma<br>de impartición | Español   | English friendly | No                | Forma de impartición | Presencial                             |

|                         |   |  |  |  |  |
|-------------------------|---|--|--|--|--|
| Departamento            | DPTO. FISICA MODERNA                                    |  |  |  |  |
| Profesor<br>responsable | DIEGO HERRANZ MUÑOZ                                     |  |  |  |  |
| E-mail                  | diego.herranz@unican.es                                 |  |  |  |  |
| Número despacho         | IFCA - Edificio Juan Jordá. Planta: + 1. Despacho (116) |  |  |  |  |
| Otros profesores        | PABLO GOMEZ NICOLAS                                     |  |  |  |  |

**2. CONOCIMIENTOS PREVIOS**

El alumnado deber haber cursado asignaturas de Electromagnetismo, Mecánica y Cálculo. Es recomendable, pero no imprescindible, haber cursado también Astronomía.

**3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS**
**Competencias Genéricas**

(Conocimiento): que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

(Aprendizaje): que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**Competencias Específicas**

(Visión): ser capaz de participar en iniciativas interdisciplinares, aportando una visión, conocimientos y técnicas propios de la Física. Conocer el desarrollo histórico de teorías y conceptos en Física y su relación con temas actuales de frontera en Física. Ser capaz de transmitir el interés por la Física presentando de forma atractiva los avances logrados gracias a la misma, y su impacto en otras áreas de investigación y desarrollo.

**Competencias Básicas**

Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Abordar problemas típicos de cinemática y dinámica en Relatividad Especial.
- Comprender los principios básicos de Relatividad General.
- Relacionar la Relatividad General y el electromagnetismo, estableciendo sus similitudes y diferencias
- Comprender las herramientas matemáticas de cálculo tensorial, métodos numéricos y geometría diferencial, necesarias para trabajar en Relatividad General.
- Obtener y comprender las ecuaciones de Einstein, así como su límite newtoniano.
- Utilizar las simetrías del espacio-tiempo para resolver problemas de dinámica y cinemática relativista.
- Resolver problemas en presencia de agujeros negros.
- Estudiar la propagación de ondas gravitatorias.

### 4. OBJETIVOS

- Comprender la Teoría General de la Relatividad dentro del contexto de la Física moderna.
- Ser capaz de resolver las ecuaciones de Einstein para casos sencillos (masa puntual, agujeros negros, ecuaciones de Friedmann)
- Tener una visión relativista del electromagnetismo y la gravitación.
- Conocer fenómenos y experimentos en la frontera actual de la investigación, tales como la detección de ondas gravitacionales y la observación directa e indirecta de agujeros negros.

| 5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES |                        |
|---|------------------------|
| ACTIVIDADES                                     | HORAS DE LA ASIGNATURA |
| <b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>                 |                        |
| HORAS DE CLASE (A)                              |                        |
| - Teoría (TE)                                   | 30                     |
| - Prácticas en Aula (PA)                        | 30                     |
| - Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)    |                        |
| - Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)   |                        |
| - Prácticas Clínicas (CL)                       |                        |
| Subtotal horas de clase                         | 60                     |
| <b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>           |                        |
| - Tutorías (TU)                                 | 5                      |
| - Evaluación (EV)                               | 10                     |
| Subtotal actividades de seguimiento             | 15                     |
| <b>Total actividades presenciales (A+B)</b>     | <b>75</b>              |
| <b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>              |                        |
| Trabajo en grupo (TG)                           | 15                     |
| Trabajo autónomo (TA)                           | 60                     |
| Tutorías No Presenciales (TU-NP)                |                        |
| Evaluación No Presencial (EV-NP)                |                        |
| <b>Total actividades no presenciales</b>        | <b>75</b>              |
| <b>HORAS TOTALES</b>                            | <b>150</b>             |

| 6. ORGANIZACIÓN DOCENTE |   |              |              |             |             |             |             |              |              |              |             |             |        |
|-------------------------|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|
| CONTENIDOS              |   | TE           | PA           | PLE         | PLO         | CL          | TU          | EV           | TG           | TA           | TU-NP       | EV-NP       | Semana |
| 1                       | Historia  | 1,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 1      |
| 2                       | Relatividad Especial. Principios. Grupo de Poincaré. Métrica y espacio de Minkowski. Cinemática. Dinámica. Electromagnetismo.           | 5,00         | 10,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00        | 0,00         | 0,00         | 10,00        | 0,00        | 0,00        | 1-2    |
| 3                       | Cantidades físicas: Tiempo propio. Distancia propia. Corrimiento al rojo. Principios de Relatividad General. Equivalencia. Covariancia. | 2,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 5,00         | 0,00        | 0,00        | 3      |
| 4                       | Cálculo tensorial: las magnitudes físicas como tensores, notación de Einstein, manejo de tensores en cálculos prácticos.                | 5,00         | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00        | 0,00         | 1,00         | 20,00        | 0,00        | 0,00        | 4-6    |
| 5                       | Geometría diferencial. Espacio-tiempo curvo y métrica. Geodésicas y símbolos de Christoffel. Curvatura y tensor de Riemann              | 5,00         | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00        | 0,00         | 1,00         | 10,00        | 0,00        | 0,00        | 7-8    |
| 6                       | Deducción de las ecuaciones de Einstein. Tensor energía-momento.  | 4,00         | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00        | 0,00         | 1,00         | 5,00         | 0,00        | 0,00        | 9      |
| 7                       | Tests clásicos de la Relatividad General. Observaciones confrontadas con simulaciones numéricas, experimentos                           | 2,00         | 2,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 2,00         | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 10     |
| 8                       | 8. Métrica de Schwarzschild. Agujeros negros. Diagrama de Kruskal. Colapso gravitatorio. Métrica de Kerr. Radiación de Hawking          | 4,00         | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 5,00         | 5,00         | 0,00        | 0,00        | 11-12  |
| 9                       | Aproximación lineal. Radiación gravitatoria. Formula cuadripolar. Ondas gravitatorias: generación, detección, experimentos.             | 1,00         | 2,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00        | 0,00         | 5,00         | 1,00         | 0,00        | 0,00        | 13     |
| 10                      | Problemas abiertos en Relatividad.  | 1,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 14     |
| 11                      | Presentación de trabajos y examen final   | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 10,00        | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 14-15  |
| <b>TOTAL DE HORAS</b>   |   | <b>30,00</b> | <b>30,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>5,00</b> | <b>10,00</b> | <b>15,00</b> | <b>60,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |        |

Esta organización tiene carácter orientativo.

|       |  |
|-------|--|
| TE    | Horas de teoría                                |
| PA    | Horas de prácticas en aula                     |
| PLE   | Horas de prácticas de laboratorio experimental |
| PLO   | Horas de prácticas de laboratorio en ordenador |
| CL    | Horas de prácticas clínicas                    |
| TU    | Horas de tutoría                               |
| EV    | Horas de evaluación                            |
| TG    | Horas de trabajo en grupo                      |
| TA    | Horas de trabajo autónomo                      |
| TU-NP | Tutorías No Presenciales                       |
| EV-NP | Evaluación No Presencial                       |

| 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN   |                                    |             |          |               |
|---|------------------------------------|-------------|----------|---------------|
| Descripción   | Tipología                          | Eval. Final | Recuper. | %             |
| Examen escrito  | Examen escrito                     | Sí          | Sí       | 50,00         |
| Calif. mínima   | 3,00                               |             |          |               |
| Duración  | 3 horas                            |             |          |               |
| Fecha realización   | En la fecha aprobada por el centro |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Convocatoria extraordinaria        |             |          |               |
| Observaciones   |                                    |             |          |               |
| Exposición oral de trabajos   | Trabajo                            | No          | Sí       | 20,00         |
| Calif. mínima   | 0,00                               |             |          |               |
| Duración  |                                    |             |          |               |
| Fecha realización   | Al terminar el tema 8              |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Convocatoria ordinaria             |             |          |               |
| Observaciones   |                                    |             |          |               |
| Presentación escrita de trabajos  | Trabajo                            | No          | No       | 20,00         |
| Calif. mínima   | 0,00                               |             |          |               |
| Duración  |                                    |             |          |               |
| Fecha realización   | Al terminar el tema 8              |             |          |               |
| Condiciones recuperación  |                                    |             |          |               |
| Observaciones   |                                    |             |          |               |
| Práctica de laboratorio numérico  | Evaluación en laboratorio          | No          | No       | 10,00         |
| Calif. mínima   | 0,00                               |             |          |               |
| Duración  |                                    |             |          |               |
| Fecha realización   | Semana 10                          |             |          |               |
| Condiciones recuperación  |                                    |             |          |               |
| Observaciones   |                                    |             |          |               |
| <b>TOTAL</b>  |                                    |             |          | <b>100,00</b> |
| Observaciones   |                                    |             |          |               |
| Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial   |                                    |             |          |               |
| Los estudiantes a tiempo parcial tendrán la oportunidad de realizar el examen final escrito, que en su caso contará el 80% de la nota final, y presentar un trabajo escrito, que contará el 20% de la nota final. |                                    |             |          |               |

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

| BÁSICA  |
|---|
| Hobson, M. P., Efstathiou, G. P. & Lasenby, A. N. General Relativity. (Cambridge University Press, 2006). |
| Schutz, B. A First Course in General Relativity. (Cambridge University Press, 2009).                      |
| Berry, M. V. Principles of Cosmology and Gravitation. (CRC Press, 1989).                                  |

|   |
|---|
| Complementaria  |
| Misner, C. W., Thorne, K. S. & Wheeler, J. A. Gravitation. (Macmillan, 1973).   |
| Weinberg, S. Gravitation and cosmology: Principle and applications of general theory of relativity. (Wiley & Sons, 1972). |

### 9. SOFTWARE

| PROGRAMA / APLICACIÓN | CENTRO | PLANTA | SALA | HORARIO |
|-----------------------|--------|--------|------|---------|
|-----------------------|--------|--------|------|---------|

### 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita
- Comprensión oral
- Expresión escrita
- Expresión oral
- Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

#### Observaciones

Asignatura 'English Friendly'