



Asignatura: Gravitación  
Código: 32880  
Centro: Facultad Ciencias UAM  
Titulación: Máster en Física Teórica  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatorio  
Nº de créditos: 6 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Gravitación / Gravitation

### 1.1 Código / Course number

32551

### 1.2 Materia / Content area

Física Teórica/Theoretical Physics

Especialidad: Todas/Speciality: Both specialities

### 1.3 Tipo / Course type

Formación obligatoria común / Compulsory subject for the two specialities

### 1.4 Nivel / Course level

Máster / Master

### 1.5 Curso / Year

2015/16

### 1.6 Trimestre / Trimester

Primer Trimestre /First Trimester (T1)

### 1.7 Número de créditos / Credit allotment

6 ECTS

### 1.8 Idioma / Language

Inglés / English

### 1.9 Requisitos previos / Prerequisites

Admisión al Máster / Admission to the Master courses

Conocimiento a nivel introductorio de Relatividad Especial.

## 1.10 Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria / **Attendance is mandatory**

## 1.11 Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / **Lecturer(s): Rosa M. Domínguez Tenreiro (RDT) (Option B)**  
**Tomás Ortín Miguel (TOM), (common topics and option A)**

Departamento de / **Department of: Física Teórica UAM**  
**Instituto de Física Teórica UAM/CSIC**

Despachos / **Offices:**

**RDT: Departamento de Física Teórica, despacho 303, Facultad de Ciencias UAM**

**TOM: Edificio IFT, despacho B10**

Teléfonos / **Phones:** RDT 91 4978595; TOM 91 2999883

Correo electrónico/**Email:** rosa.dominguez@uam.es; tomas.ortin@csic.es

Página web/**Website (TOM):** <http://ramon.ift.uam-csic.es>

Horario de atención al alumnado/**Office hours:** upon request by e-mail.

## 1.12 Objetivos del curso / **Course objectives**

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE:**

Conocer el desarrollo y las aplicaciones de la teoría moderna de la interacción gravitatoria, basada en la teoría general de la relatividad.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del curso:

**COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES:**

CG3 - Manejar las principales fuentes de información científica, siendo capaces de buscar información relevante a través de internet, de las bases de datos bibliográficas y de la lectura crítica de trabajos científicos, conociendo la bibliografía especializada en Física Teórica: Partículas Elementales, Cosmología y Astrofísica.

CG4 - Elaborar un trabajo escrito con datos bibliográficos, teóricos y/o experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso - tal y como se

realizan los artículos científicos-, formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.

CG5 - Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos.

CG2 - Saber trabajar en equipo y comunicarse con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de la Física Teórica: Partículas Elementales, Cosmología y Astrofísica de nueva generación y sus implicaciones académicas, productivas o sociales.

CG1 - Desarrollar destrezas teóricas y experimentales que permitan aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos adquiridos y relacionados con los retos que actualmente plantea la sociedad en lo referente a la Física Teórica: Partículas Elementales, Cosmología y Astrofísica.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

#### COMETENCIAS ESPECÍFICAS:

CE6 - La adquisición de conocimientos avanzados, tanto desde el punto de vista teórico (nuevos conceptos y teorías, desarrollos formales, herramientas matemáticas avanzadas, etc) como experimental (resultados experimentales que han conducido a nuevas teorías, técnicas experimentales avanzadas, etc), en la física de partículas, astrofísica y cosmología.

CE7 - La adquisición de conocimientos en la vanguardia de la investigación en las áreas de física de partículas, astrofísica y cosmología: teorías y experimentos

actualmente en desarrollo, problemas abiertos de las teorías consolidadas, y nuevas áreas de investigación resultantes de la interconexión de diferentes disciplinas.

CE8 - La capacidad para realizar un análisis crítico de una teoría o experimento reciente o de vanguardia en las áreas de física de partículas, astrofísica y cosmología, basándose en la consistencia lógica del desarrollo formal, la rigurosidad de las técnicas (matemáticas o experimentales) empleadas, y la consistencia con los conocimientos previos. Asimismo, la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas (tanto teóricas como experimentales) para abordar los problemas abiertos de las teorías consolidadas en la física de partículas, astrofísica y cosmología.

CE9 - La capacidad de comunicar los conocimientos avanzados en la física de partículas, astrofísica y cosmología: descripción del fenómeno tanto desde un punto de vista teórico (conceptos, desarrollos formales, técnicas matemáticas) como experimental (resultados obtenidos de las observaciones, técnicas utilizadas) y su comprensión en el contexto de las teorías ya consolidadas.

CE10 - La capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas matemáticas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

## 1.13 Contenidos del programa / **Course contents**

### Temas Comunes

- Introducción. Revisión de la Física Relativista Especial en Mecánica Clásica y Teoría Clásica de Campos.
- Principios de Equivalencia y de Covariancia General.
- Gravitación y geometría.
- Acción de Einstein-Hilbert y ecuaciones de Einstein.
- Soluciones aproximadas: aproximación de campo débil y límite newtoniano. tests experimentales de campo débil. Ondas gravitacionales.
- Soluciones exactas: Schwarzschild (exterior e interior), de Sitter y anti-de Sitter, Friedman-Robinson-Walker.
- Extensiones y alternativas a la Relatividad General. Formalismo PPN.

### Temas Optativos

Bloque A.-

- Colapso gravitacional. Objetos compactos (estrellas de neutrones, enanas blancas).
- Astrofísica de agujeros negros. Búsqueda por métodos observacionales.
- Emisión de radiación ultraenergética (en las vecindades de objetos astronómicos ultrarelativistas).

Bloque B.-

- Física de agujeros negros: geodésicas, horizontes, extensión analítica, diagramas de Penrose, termodinámica de los agujeros negros.
- Ampliación de geometría diferencial.

## 1.14 Referencias de consulta / Course bibliography

Main reference:

- A. Zee, “Einstein's Gravity in a Nutshell”, (Princeton University Press 2013)

Complementary references:

- C. Misner, K. Thorne & J.A. Wheeler, "Gravitation" (Freeman, 1970)
- R. Wald, “General Relativity”, (The University Chicago Press, 1984)
- S. Weinberg, “Gravitation and Cosmology”, (Addison Wesley, 1978)

## 2 Métodos docentes / Teaching methodology

Lecciones magistrales y trabajo tutelado.

## 3 Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

## 4 Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

La evaluación del curso se basa en 4 puntos:

**Examen:** la nota del curso es la de examen final. A partir de 5/10 la nota del examen final o extraordinario se puede mejorar en 1,5 puntos/10 a través de la realización voluntaria de trabajos bibliográficos. Para poder realizar el examen y ser evaluado, tanto en el examen final ordinario como en el extraordinario, es obligatoria la entrega de los problemas y ejercicios propuestos.

**Problemas:** los alumnos tendrán que resolver los problemas y ejercicios propuestos. Los más importantes se resolverán en las clases de problemas. Los problemas y ejercicios no se evaluarán directamente, pero la entrega de los mismos antes de la fecha del examen es obligatoria para que éste sea evaluado.

**Trabajos bibliográficos:** serán voluntarios. Pueden añadir hasta 1,5/10 puntos a la



nota del examen si ésta supera 5/10.

## 5 Cronograma\* / Course calendar

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1 - 8	Temas Comunes	24 teóricas 7 prácticas	62
9 - 11	Temas Optativos	8 teóricas 3 prácticas	22