



33436 - GRAVITACIÓN AVANZADA

Información de la Guía Docente

Código - Nombre: 33436 - GRAVITACIÓN AVANZADA

Titulación: 752 - Máster en Física Teórica (2020)

Centro: 104 - Facultad de Ciencias

Curso Académico: 2026/27

1. Detalles de la asignatura

1.1. Materia

1. Geometría Diferencial Avanzada: Formas diferenciales e integración, grupos de Lie, álgebras y representaciones, campos de Yang-Mills, conexiones, curvatura, formas de Chern-Simons, identidades de Ricci y Bianchi, vielbein, conexión de espín, curvatura, ecuaciones de estructura de Cartan, espinores en espacio-tiempo curvo, Relatividad General en el formalismo de primer orden, acoplamiento de fermiones a la gravedad, supergravedad mínima en cuatro dimensiones.
2. Formalismo Hamiltoniano de la Relatividad General: Tiempo, masa ADM y otras cantidades conservadas.
3. Cargas conservadas en teorías de gauge y de gravedad: Formalismo general, enfoque de Abbott-Deser, teorema de energía positiva de Witten.
4. Termodinámica de los agujeros negros: Horizontes de evento y de Killing, gravedad superficial, ley cero y sus generalizaciones, primera ley, segunda ley, tercera ley, otros temas relacionados con los agujeros negros (censura cósmica, teoremas de singularidad, topología del horizonte, "hair").
5. Más allá de la Relatividad General: Generalizaciones con escalares y/o términos de orden superior en curvatura o derivadas, términos topológicos, instantones gravitacionales, hacia una teoría cuantizada.

1.2. Carácter

Optativa

1.3. Nivel

Máster (MECES 3)

1.4. Curso

1

1.5. Semestre

Segundo semestre

1.6. Número de créditos ECTS

6.0

Código Seguro de Verificación:		Fecha:	18/09/2026	1/5
Firmado por:	Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas			
Url de Verificación:		Página:	1/5	

1.7. Idioma

Inglés

1.8. Requisitos previos

No hay

1.9. Recomendaciones

Conocimientos básicos de relatividad general y geometría diferencial.

Se recomienda también haber tomado una clase introductoria sobre Mecánica Clásica y Teoría Clásica de

1.10. Requisitos mínimos de asistencia

La asistencia es muy recomendable

1.11. Coordinador/a de la asignatura

Tomás Ortín Miguel

<https://autoservicio.uam.es/paginas-blancas/>

1.12. Competencias y resultados del aprendizaje

1.12.1. Competencias / Resultados del proceso de formación y aprendizaje

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.

Código Seguro de Verificación:		Fecha:	18/09/2026	2/5
Firmado por:	Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas			
Url de Verificación:		Página:	2/5	

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.

1.12.2. Resultados de aprendizaje

- Profundización de los conocimientos de Geometría Diferencial y sus aplicaciones a la Física.
- Familiarización con los resultados y formalismos fundamentales de la Relatividad General
- Adquisición de una visión general del panorama de la investigación en gravitación, más allá de la Relatividad General

1.12.3. Objetivos de la asignatura

Adquirir los conocimientos avanzados de geometría diferencial y de Relatividad General necesarios para entender la investigación que se realiza en la actualidad en gravitación teórica y contribuir a la misma.

1.12.4. El uso de tecnologías de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en esta asignatura

- No debe sustituir la participación activa del estudiantado en la realización de tareas evaluables que acrediten la adquisición de los resultados de formación y aprendizaje previstos. Las tareas deberán reflejar una contribución sustancial del estudiante en el análisis, la argumentación y la reflexión personal. Cada docente establecerá las condiciones específicas de uso de estas tecnologías de IAGen y el estudiantado deberá declarar expresamente su utilización cuando se le requiera.

1.13. Contenidos del programa

1. Geometría diferencial avanzada
 - Formas diferenciales e integración
 - Grupos y álgebras de Lie, representaciones
 - Campos de Yang-Mills, conexión, curvatura, 3-forma de Chern-Simons, identidades de Ricci y Bianchi
 - Bases anholónomas, conexión de espín, curvatura, identidades de Ricci y Bianchi ecuaciones de estructura de Cartan
 - Espinores en espacios curvos
 - La Relatividad General en el formalismo de primer orden
 - Las teorías de Cartan, Sciama y Kibble
 - Supergravedad mínima en 4 dimensiones
2. El formalismo Hamiltoniano de la Relatividad General
 - El tiempo
 - Masa ADM y otras cantidades conservadas
3. Cargas conservadas en teorías gauge y de gravedad
 - Formalismo general, integrales de Komar
 - El enfoque de Abbott y Deser
 - El teorema de la masa positiva à la Witten
4. Introducción a la termodinámica de los agujeros negros
 - Horizontes de eventos y horizontes de Killing, gravedad superficial, superficies de bifurcación, ley cero y leyes cero generalizadas
 - Primera ley à la Wald
 - Segunda ley
 - Tercera ley
 - Resultados adicionales sobre agujeros negros: censura cósmica débil y fuerte,
 - teoremas de singularidades, topología del horizonte, pelo
5. Generalizaciones covariantes de la Relatividad General con escalares y/o términos de orden superior en curvatura o derivadas
 - La teoría de Jordan-Brans-Dicke
 - Las teorías $f(R)$ y su equivalencia con las teorías de JBD con un potencial escalar
 - Teorías de Lovelock
 - Teorías con términos topológicos
 - La Relatividad General en 3 dimensiones

Código Seguro de Verificación:		Fecha:	18/09/2026	3/5
Firmado por:	Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas			
Url de Verificación:		Página:	3/5	

1.14. Referencias de consulta

1. - "Spacetime and Geometry" Carroll, Cambridge University Press (2019)
2. - "Gravitation", Misner, Thorne, Wheeler, and Freeman (1970)
3. - "General Relativity" Wald, The University Chicago Press (1984)
4. - "Gravitation and Cosmology" Weinberg, Addison Wesley (1978)
5. - "Gravity: Newtonian, Post Newtonian, Relativistic" Poisson and Will, Cambridge University Press (2014)
6. - "The large scale structure of spacetime" Hawking and Ellis, Cambridge University Press (1973)

2. Metodologías docentes y tiempo de trabajo del estudiante

2.1. Presencialidad

Las actividades presenciales serán clases magistrales y seminarios.

Las actividades no-presenciales se organizarán según las necesidades del profesor y los alumnos.

		Nº de horas	Porcentaje
	Lección Magistral	30	
Presencial	Resolución de problemas y ejercicios	10	100
	Realización del examen final	4	
No presencial	Estudio autónomo	110	
Carga total de horas de trabajo		150	

2.2. Relación de

actividades formativas

Ver cuadro anterior

3. Sistemas de evaluación y porcentaje en la calificación final

3.1. Convocatoria ordinaria

La evaluación del curso se basará en la elaboración de trabajos y su exposición ante la clase al final del curso. Los trabajos se elegirán libremente de entre una selección propuesta por el profesor y llevarán siempre aparejadas la realización de cálculos relacionados con el contenido del curso. Se valorarán, principalmente, la comprensión de los principios físicos y del formalismo matemático, y en menor medida, la capacidad de explicar el trabajo.

3.1.1. Relación actividades de evaluación

La nota final del curso consta de dos partes:

Elaboración de trabajos (50%) y exposición (50%).

3.2. Convocatoria extraordinaria

Igual que la convocatoria ordinaria.

Código Seguro de Verificación:		Fecha:	18/09/2026	4/5
Firmado por:	Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas			
Url de Verificación:		Página:	4/5	

3.2.1. Relación actividades de evaluación

Igual que convocatoria ordinaria. El examen final cuenta el 50% y se guarda la nota de los problemas.

4. Cronograma orientativo

Semana	Temas	Horas presenciales	Horas Prácticas	Horas de Estudio
Semana 1	Tema 1	4	0	12
Semana 2	Tema 1	4	2	12
Semana 3	Tema 2	4	0	12
Semana 4	Tema 2	4	2	12
Semana 5	Module 3	4	0	12
Semana 6	Tema 3	2	2	12
Semana 7	Tema 4	4	0	12
Semana 8	Tema 4	2	2	12
Semana 9	Tema 5	2	2	14

Código Seguro de Verificación:		Fecha:	18/09/2026	5/5
Firmado por:	Esta guía docente no estará firmada mediante CSV hasta el cierre de actas			
Url de Verificación:		Página:	5/5	