

Curso Académico: 2021/22

68354 - Relatividad General y ondas gravitacionales

Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 68354 - Relatividad General y ondas gravitacionales

Centro académico: 100 - Facultad de Ciencias

Titulación: 628 - Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas

Créditos: 6.0

Curso: 01

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

En esta asignatura el estudiante profundizará en el estudio de la relatividad general, y en especial en su papel en la astrofísica y la cosmología modernas. Se estudiará la motivación para modificar la teoría newtoniana de la gravedad, y la derivación de las ecuaciones de Einstein para el campo gravitatorio. Después se estudiarán las soluciones de mayor relevancia en astrofísica y cosmología, en particular las correspondientes a la evolución del universo en su conjunto, así como aquellas que corresponden a estrellas y agujeros negros. También se estudiará la producción y detección de ondas gravitacionales, que son ya de gran importancia y serán herramientas imprescindibles en pocos años para el estudio del universo.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura constituye, junto con las dos asignaturas de cosmología (*Cosmología I: el universo temprano* y *Cosmología II: formación de estructuras en el universo*) la materia de *Cosmología y Relatividad*. Ofrece al estudiante los fundamentos imprescindibles para comprender las teorías modernas sobre la estructura y la evolución del universo, así como la descripción de fenómenos que comprenden desde la evolución de objetos compactos, como las estrellas de neutrones o los agujeros negros, hasta la producción y detección de ondas gravitacionales.

Se trata de una asignatura que combina los fundamentos teóricos de la relatividad general con la aplicación de ésta a casos de gran interés astrofísico y cosmológico. Por ello puede resultar de interés tanto para estudiantes interesados en la vertiente astrofísica o cosmológica del máster, así como para complementar la formación de estudiantes que se inclinen por la línea de física de partículas.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Esta asignatura complementa las otras dos asignaturas de la materia de *Cosmología*, y como tal es muy aconsejable cursarla para estudiantes que escojan *Cosmología I o II*. Por otra parte, resultaría útil para los estudiantes de la asignatura cursar el módulo de *Métodos Geométricos en Física*, dentro de la asignatura de *Métodos Matemáticos y Computacionales*.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:

- Integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de cosmología, astrofísica, partículas y astropartículas.
- Enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.
- Desarrollar y trabajar de forma colaborativa en proyectos de software relacionados con la temática del título
- Profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de cosmología, astrofísica, partículas y astropartículas.
- Ampliar sus conocimientos sobre la relatividad general y sus aplicaciones en astrofísica y cosmología.

2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:

- Comprender las ecuaciones de Einstein para el campo gravitatorio y resolverlas para casos sencillos.
- Analizar el papel de las simetrías en las soluciones de las ecuaciones del campo y el concepto de momento y energía del campo gravitatorio.
- Entender la física de objetos compactos.
- Entender las características de las ondas gravitacionales, así como sus mecanismos de producción y los métodos de detección.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La relatividad general es fundamental para comprender la astrofísica y la cosmología modernas, tanto en su contenido teórico como en el análisis de las observaciones.

Por otra parte, se trata de una teoría que requiere para su comprensión conceptual un esfuerzo notable por parte del estudiante, lo que redundará en una formación crítica de gran valor en cualquier actividad científica y técnica posterior, bien sea académica o de otro tipo.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:

- Valoración de informes y trabajos escritos: 20%
- Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades: 20%
- Valoración de exposiciones orales de trabajos: 10%
- Valoración de las pruebas de evaluación: 40%
- Evaluación del trabajo computacional: 10%

La nota final se obtendrá según el porcentaje asignado a cada actividad de evaluación. Para superar la asignatura dicha nota final deberá ser igual o superior a 5, e igual o superior a 4 en cada una de las actividades.

Superación de la asignatura mediante una prueba global única

La asignatura ha sido diseñada para estudiantes que asistan a las clases presenciales en el aula, y realicen las actividades de evaluación anteriormente expuestas. Sin embargo, habrá también una prueba de evaluación para aquellos estudiantes que no hayan realizado las actividades de evaluación o no las hayan superado.

Esta prueba de evaluación global se realizará en las fechas establecidas por la Facultad de Ciencias y consistirán en una evaluación de los mismos resultados de aprendizaje que en las pruebas de evaluación continua.

Calificación de Matrícula de Honor

Se otorgará la calificación de Matrícula de Honor a estudiantes que consigan las calificaciones máximas, siempre y cuando sean por encima del Sobresaliente.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- Clases magistrales participativas.
- Aprendizaje basado en problema.
- Resolución de casos.
- Prácticas computacionales.
- Exposiciones orales de trabajos.
- Trabajos escritos.
- Tutorías.
- Trabajo en pequeños grupos.
- Trabajo y estudio personal.
- Pruebas de evaluación.

4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:

1. Participación y asistencia a lecciones magistrales de forma presencial o telemática: 30 horas presenciales.
2. Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura: 10 horas, 7 presenciales.
3. Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura: 10 horas, 7 presenciales.
4. Realización de prácticas de computación: 10 horas, 7 presenciales.
5. Realización y presentación escrita de trabajos: 20 horas no presenciales.
6. Realización y presentación oral de trabajos: 10 horas, 1 presencial.
7. Tutorías de forma presencial o telemática: 10 horas, 5 presenciales.
8. Estudio individual: 40 horas no presenciales.
9. Pruebas de evaluación escrita u oral: 3 horas presenciales.
10. Debates en foro de discusión: 7 horas no presenciales.

Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que, debido a la situación sanitaria, las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza obliguen a realizarlas de forma telemática o semi-telemática con aforos reducidos rotatorios.

4.3. Programa

1. Ecuaciones de Einstein. El principio cosmológico. Soluciones de Schwarzschild y de Friedman-Lemaitre-Robertson-Walker.
2. El modelo cosmológico estándar. La expansión del universo y su aceleración.
3. Ecuaciones de equilibrio hidrostático para objetos compactos: la ecuación de Tolman-Oppenheimer-Volkoff. Límite de Chandrasekhar y colapso gravitatorio.
4. Agujeros negros.
5. Ondas gravitacionales. Producción, energía y momento transportado por las ondas gravitacionales. Detección.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Las fechas serán establecidas y anunciadas por los profesores al inicio del curso.

Las clases comenzarán y finalizarán en las fechas indicadas por la Facultad de Ciencias.

- Clases de teoría y problemas: 2/3 sesiones por semana. .
- Clases de prácticas de computación: serán anunciadas por los profesores al comienzo del curso.
- Sesiones de evaluación: fechas a decidir.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=68354>