

**Estrellas de Neutrones, Agujeros Negros y Ondas
Gravitacionales**

Código: 44084

Créditos ECTS: 6

2024/2025

Titulación		Tipo	Curso
4313861 Física de Altas Energias, Astrofísica y Cosmología/High Energy Physics, Astrophysics and Cosmology		OT	0

Contacto

Nombre: Daniele Vigano

Correo electrónico: daniele.vigano@uab.cat

Equipo docente

Miquel Nofrarias Serra

Cristina Manuel Hidalgo

Laura Tolos

Diego Blas Temiño

Michele Lenzi

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

Se requiere un conocimiento básico de Astronomía y Física. Es aconsejable, pero no necesario, haber seguido el curso de Técnicas Observacionales. El curso de Astrofísica de Altas Energías es complementario a éste en algunos temas.

Objetivos y contextualización

Estrellas de Neutrones y Agujeros Negros son los remanentes extremos de la explosión de estrellas muy masivas. Su estudio desafía aspectos fundamentales de física nuclear, física del plasma, relatividad general, y representan las fuentes de todas las ondas gravitacionales detectadas hasta ahora, cuando están en sistemas binarios y colisionan. El curso apunta a lo siguiente:

- dar una visión amplia y básica de la población Galáctica conocida de Estrellas de Neutrones y Agujeros Negros, desde un punto de vista tanto observacional como teórico
- dar una introducción autocontenido a la física de las Ondas Gravitacionales, explicando el estado actual de las detecciones de coalescencias de objetos compactos, y el comienzo de la llamada era de la astronomía de multi-mensajeros

- proporcionar una visión interconectada de preguntas abiertas sobre objetos compactos, relacionadas con las incertezas de la física fundamental bajo condiciones extremas y con los sesgos observacionales que moldean la fenomenología

Competencias

- Conocer las bases de temas seleccionados de carácter avanzado en la frontera de la física de altas energías, astrofísica y cosmología, y aplicarlos consistentemente.
- Formular y abordar problemas físicos, tanto si son abiertos como si están mejor definidos, identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si procede, para llegar a una solución que se ha de presentar explicitando las suposiciones y las aproximaciones.

Resultados de aprendizaje

1. Entender los procesos físicos responsables para la emisión multi-banda de estrellas de neutrones de diferentes clases, y de los agujeros negros de varias masas.
2. Reconocer el tipo de fuente que emite radiación en las varias bandas, y saber estimar el tipo de ondas gravitacionales esperadas para diferentes sistemas de estrellas de neutrones y de agujeros negros.

Contenido

- Introducción i resumen observacional de los objetos compactos en conexión con la astronomía de altas energías
- Física de las Estrellas de Neutrones: ecuación de estado
- Física de las Estrellas de Neutrones: propiedades de transporte
- Física de las Estrellas de Neutrones: spin-down de los púlsares
- Física de las Estrellas de Neutrones: emisión observada en distintos rangos de energía y mecanismos físicos asociados
- Modelado de la población observada de las Estrellas de Neutrones aisladas: evolución a largo plazo de las propiedades térmicas y magnéticas
- Elementos de Relatividad Especial y General, y de cálculo tensorial
- Agujeros Negros: teoría básica
- Ondas Gravitacionales: teoría básica y fuentes astrofísicas
- Ondas Gravitacionales: aproximación post-Newtoniana y estudio cuantitivo de fuentes de ondas gravitacionales
- Ondas Gravitacionales: resumen observacional de los resultados obtenidos por Ligo y Virgo
- Coalescencia de Estrellas de Neutrones Binarias y la nueva era de la astronomía de multi-mensajeros

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases	45	1,8	1
Tipo: Autónomas			
Estudio de los conceptos observacionales y teóricos	70	2,8	1

Clases de teoría, con pequeños ejercicios en clase. Asignación de tareas, basadas en el contenido visto en clase.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen escrito (dos posibilidades)	50%	2	0,08	1, 2
Tareas para cada parte del temario	50%	33	1,32	1, 2

La evaluación estará compuesta por:

- 50% la nota media de las distintas tareas asignadas durante el curso (indicativamente un ejercicio por cada docente)
- 50% un examen final escrito, con distintas preguntas sobre los temas principales tratados. Se hará un examen de recuperación en caso de no llegar a la nota mínima del curso.

Esta asignatura/módulo no prevee el sistema de evaluación única.

Bibliografía

- S. L. Shapiro & S. A. Teukolsky "*Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects*", Wiley Ed., 1983
- P. Haensel, A.Y. Potekhin & D.G. Yakovlev "*Neutron Stars 1 - Equation of State and Structure*", Astrophysics and Space Sciences Library, Springer, 2006
- "*The Physics and Astrophysics of Neutron Stars*", Astrophysics and Space Sciences Library, Springer, (Editors: L. Rezzolla, P. Pizzocchero, D. I. Jones, N. Rea, I. Vidaña), 2018
- "*Astrophysical Black Holes*", Astrophysics and Space Sciences Library, Springer (Editors: Haardt, Gorini, Moschella, Treves, Colpi), 2016
- S. Weinberg, "*Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*", Wiley Ed., 1972
- W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, "*Gravitation*", W. H. Freeman and Company, 1973
- M. Shibata, "*100 Years of General Relativity: Volume 1 - Numerical Relativity*", World Scientific, 2015
- "*Gravitational Wave Astrophysics*", Astrophysics and Space Sciences Library, Springer (Editor: Sopuerta), 2016

Software

Ninguno

Lista de idiomas

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TEm) Teoría (máster)	1	Inglés	segundo cuatrimestre	mañana-mixto