

Relatividad General y Cosmología

Código: 103946
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500097 Física	OT	4	2

Contacto

Nombre: Eduard Massó Soler

Correo electrónico: Eduard.Masso@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Algún grupo íntegramente en inglés: Sí

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: No

Prerequisitos

Se recomienda haber cursado Mecánica Teòrica y Sistemas no lineals, y Electrodinàmica i Radiació Sincrotrón.

Objetivos y contextualización

Aprender las bases físicas de la Relatividad General (RG), así como los fenómenos gravitacionales más importantes que se describen con ella.

Este objetivo requiere dominar el cálculo tensorial.

Las pruebas clásicas de GR y la familiarización con los espacios-tiempos más importantes también se incluyen como parte del curso.

Competencias

- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
- Conocer las bases de algunos temas avanzados, incluyendo desarrollos actuales en la frontera de la Física, sobre los que poder formarse posteriormente con mayor profundidad.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
- Formular y abordar problemas físicos identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si fuera necesario, para llegar a una solución que debe ser presentada explicitando hipótesis y aproximaciones.
- Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
- Planear y realizar, usando los métodos apropiados, un estudio o investigación teórico e interpretar y presentar los resultados.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Realizar trabajos académicos de forma independiente usando bibliografía, especialmente en inglés, bases de datos y colaborando con otros profesionales.
- Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.

- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionando las herramientas apropiadas, construyendo modelos adecuados, interpretando resultados y comparando críticamente con la experimentación y la observación.

Resultados de aprendizaje

1. Calcular el efecto de corrimiento al rojo y la deflexión de la luz producidos por un campo gravitatorio.
2. Calcular el tensor de curvatura.
3. Calcular el tensor de energía-momento de distribuciones sencillas de materia.
4. Calcular las geodésicas en un espacio curvo.
5. Calcular trayectorias de partículas en campos gravitatorios resolviendo la ecuación de las geodésicas.
6. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
7. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
8. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
9. Describir la evidencia experimental de la existencia de ondas gravitatorias.
10. Describir la evidencia experimental en favor de la relatividad general y el principio de equivalencia en observaciones terrestres y astrofísicas.
11. Describir la evidencia observacional en favor de la cosmología del Big Bang.
12. Describir las características del campo gravitatorio generado por estrellas y agujeros negros así como los efectos que producen.
13. Describir las ondas gravitacionales y sus propiedades características.
14. Describir los conceptos básicos del conocimiento actual de la estructura y evolución del Universo.
15. Establecer las bases para describir la evaporación y la termodinámica de los agujeros negros.
16. Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
17. Obtener el límite Newtoniano de las ecuaciones de Einstein con fuentes débiles no relativistas.
18. Obtener las fuerzas de marea a partir del tensor de curvatura.
19. Obtener magnitudes físicas medidas por diferentes observadores a partir de métricas pseudo-Riemannianas.
20. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
21. Realizar trabajos académicos de forma independiente usando bibliografía, especialmente en inglés, bases de datos y colaborando con otros profesionales.
22. Relacionar la relatividad general y el electromagnetismo estableciendo sus similitudes y diferencias.
23. Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
24. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
25. Trabajar en grupo, asumiendo responsabilidades compartidas e interaccionando profesional y constructivamente con otros con absoluto respeto a sus derechos.
26. Utilizar ecuaciones covariantes y el cálculo tensorial.
27. Utilizar la aproximación de homogeneidad e isotropía para describir la evolución y estructura del universo a gran escala.
28. Utilizar la aproximación de simetría esférica en el estudio de estrellas y agujeros negros.
29. Utilizar la geometría diferencial para implementar el principio de equivalencia.
30. Utilizar las ecuaciones de Einstein linealizadas para describir campos gravitatorios débiles, incluyendo la generación, propagación y detección de ondas gravitatorias.
31. Utilizar las simetrías del espacio-tiempo para resolver problemas de dinámica y cinemática relativista.

Contenido

Relatividad especial

El principio de equivalencia

Tensores en espacio curvo.

Ecuaciones de einstein

Simetría esférica. Agujeros negros

Campos débiles. Radiación gravitacional

Cosmología

Metodología

Este curso se impartirá íntegramente en inglés. Todo el material del curso (problemas, tareas y exámenes) se distribuirá en inglés y se alentará a los estudiantes a hacer todos los ejercicios / exámenes en inglés, aunque en catalán o español también se aceptarán y evaluarán con los mismos criterios.

Este curso constará de clases teóricas y de problemas. Habrá un equilibrio entre el trabajo en clase y en casa. Las listas de problemas se darán para ser resueltos individualmente o en grupos. Las soluciones a los problemas serán discutidas en las clases de problemas. Los estudiantes resolverán individualmente y entregarán después de un tiempo limitado una selección de problemas de "tarea" que contarán para la calificación final del curso. Los estudiantes deberán preparar 2 exámenes escritos: un examen de mitad de período y un examen final, el último de los cuales se puede volver a tomar una vez.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clase de problemas	16	0,64	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 12, 13, 7, 8, 15, 21, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Clase de teoría	33	1,32	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 9, 10, 11, 12, 13, 8, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Tipo: Autónomas			
Discusión y trabajo en grupo	46	1,84	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 9, 10, 11, 12, 13, 7, 8, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Estudio de bases teóricas	47	1,88	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 9, 10, 11, 12, 13, 7, 8, 15, 21, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Evaluación

Habrá un examen de recuperación para los estudiantes que:

- hayan realizado el Examen 1 y el Examen 2
- hayan suspendido el curso con una calificación de al menos un 3.5 (sobre 10).

Los detalles de este examen serán anunciados a su debido tiempo.

Los estudiantes que no asistan al examen 2 tendrán la nota "No presentado - no evaluable".

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen 1	30%	2	0,08	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 9, 10, 11, 12, 13, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Examen 2 (Final)	50%	2	0,08	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 9, 10, 11, 12, 13, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Homework (Entrega)	20%	2	0,08	3, 2, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 21, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Recuperación (Examen)	85%	2	0,08	3, 2, 1, 4, 5, 6, 14, 9, 10, 11, 12, 13, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Bibliografía

- J.B. Hartle, Gravity: an introduction to Einstein's General Relativity, Addison-Wesley, 2003.
- R.J.A. Lambourne, Relativity, gravitation and cosmology, Cambridge Univ Press, 2010.
- E. Massó, "Notes on GR" (Available in Campus Virtual)
- S. Weinberg, Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity, J. Wiley & Sons, 1972.
- B.F. Schutz, A First Course in General Relativity, Cambridge Univ Press, 2009.