

Relativitat General i Cosmologia

Codi: 103946

Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	2

Professor/a de contacte

Nom: Eduard Massó Soler

Correu electrònic: Eduard.Masso@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Grup íntegre en anglès: Sí

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

És recomanable haver cursat Mecànica Teòrica i Sistemes no lineals, i Electrodinàmica i Radiació Síncrotró.

Objectius

Aprendre les bases físiques de la Relativitat General (GR) així com els fenòmens gravitacionals més importants que es descriuen amb ella.

Aquest objectiu requereix dominar el càlcul tensorial.

Com a part del curs s'inclouen les proves clàssiques de GR i la familiarització amb els espais-temps més importants.

Competències

- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física
- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Planejar i realitzar, utilitzant els mètodes apropiats, un estudi o recerca teòrica i interpretar i presentar-ne els resultats
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Respectar la diversitat i pluralitat d'idees, persones i situacions
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte

- Treballar en grup, assumint responsabilitats compartides e interaccionant professional i constructivament amb altres amb absolut respecte als seus drets.
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

Resultats d'aprenentatge

1. Calcular el tensor d'energia-moment de distribucions senzilles de matèria.
2. Calcular el tensor de curvatura.
3. Calcular l'efecte de corriments al vermell i la deflexió de la llum produïts per un camp gravitatori.
4. Calcular les geodèsiques en un espai corb.
5. Calcular trajectòries de partícules en camps gravitoris resolent l'equació de les geodèsiques.
6. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
7. Descriure els conceptes bàsics del coneixement actual de l'estructura i evolució de l'univers.
8. Descriure l'evidència experimental de l'existència d'ones gravitatòries.
9. Descriure l'evidència experimental en favor de la relativitat general i el principi d'equivalència en observacions terrestres i astrofísiques.
10. Descriure l'evidència observacional en favor de la cosmologia del big bang.
11. Descriure les característiques del camp gravitatori generat per estrelles i forats negres així com els efectes que produeixen.
12. Descriure les ones gravitacionals i les seves propietats característiques.
13. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
14. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
15. Establir les bases per descriure l'evaporació i la termodinàmica dels forats negres.
16. Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals.
17. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
18. Obtenir el límit newtonià de les equacions d'Einstein amb fonts febles no relativistes.
19. Obtenir les forces de marea a partir del tensor de curvatura.
20. Obtenir magnituds físiques mesurades per diferents observadors a partir de mètriques pseudoriemannianes.
21. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
22. Relacionar la relativitat general i l'electromagnetisme establint-ne les similituds i diferències.
23. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
24. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
25. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
26. Utilitzar equacions covariants i el càlcul tensorial.
27. Utilitzar l'aproximació d'homogeneïtat i isotropia per descriure l'evolució i estructura de l'univers a gran escala.
28. Utilitzar l'aproximació de simetria esfèrica en l'estudi d'estrelles i forats negres.
29. Utilitzar la geometria diferencial per implementar el principi d'equivalència.
30. Utilitzar les equacions d'Einstein linealitzades per descriure camps gravitoris febles, incloent-hi la generació, propagació i detecció d'ones gravitatòries.
31. Utilitzar les simetries de l'espai-temps per resoldre problemes de dinàmica i cinemàtica relativista.

Continguts

Relativitat especial

El principi d'equivalència

Tensors en espai corbat

Equacions d'Einstein

Simetria esfèrica. Forats negres

Camps febles. Radiació gravitatòria

Cosmologia

Metodologia

Aquest curs es lliurarà íntegrament en anglès. Tots els materials del curs (problemes, tasques i exàmens) es distribuïran en anglès i se'ls animarà a realitzar tots els exercicis / exàmens en anglès, tot i que també s'acceptaran i avaluaran en català o castellà amb els mateixos criteris.

Aquest curs consistirà en classes de teoria i problemes. Hi haurà un equilibri entre el treball a classe i la casa.

Les llistes de problemes es donaran per resoldre's individualment o en grup. Les solucions als problemes seran discutides a les classes de problemes.

Els estudiants resoldran individualment i lliuraran, després d'un temps limitat, una selecció de problemes de tasques que comptaran amb la nota final del curs.

Els estudiants hauran de preparar dos exàmens escrits: un examen parcial i un examen final, el darrer del qual es podrà recuperar una vegada.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classe de problemes	16	0,64	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Classe de teoria	33	1,32	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Tipus: Autònomes			
Discussio i treball en grup	46	1,84	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Estudi de bases teòriques	47	1,88	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Avaluació

Hi haurà un examen de recuperació per als estudiants que:

- hagin fet l'examen 1 i l'examen 2
- que hagin suspès l'assignatura amb una nota de com a mínim 3,5 (més de 10).

Els detalls d'aquest examen s'anunciaran en el seu moment.

Els estudiants que no assisteixen a l'examen 2 tindran la nota "No presentat - no avaluable"

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen 1	30%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Examen 2 (Final)	50%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Homework (Entrega)	20%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Recuperació (Examen)	85%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Bibliografia

- 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.