FITXA IDENTIFICATIVA

DADES DE L'ASSIGNATURA

Codi: 43296
Nom: Astrofísica estel·lar
Cicle: Màster Universitari Oficial
Crèdits ECTS: 6
Curs acadèmic: 2025-26

TITULACIONS

Titulació	Centre	Curs	Periode
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

MATÈRIES

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Astrofísica avançada	OPTATIVA

COORDINACIÓ

ALOY TORAS MIGUEL ANGEL

RESUM

Conceptes bàsics de Física Estel·lar. Etapes evolutives avançades i evolució després de la Seqüència Principal. Nanes Blanques. Estels de Neutrons. Astrofísica de Forats Negres. Supernoves i Col·lapse Estel·lar. Acreció en Astrofísica. Estrelles binàries de raigs X. Activitat galàctica. Dolls relativistes.

div>

CONEIXEMENTS PREVIS

RELACIÓ AMB ALTRES ASSIGNATURES DE LA MATEIXA TITULACIÓ

No s'ha especificat restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

ALTRES TIPUS DE REQUISITS

Els alumnes haurien d'haver cursat una assignatura equivalent a la d'Astrofísica de tercer del grau de física, així com haver pres com a optativa la Relativitat i Cosmologia de cambra de grau de física. En tot cas, si aquestes assignatures no han estat cursades, l'estudiant hauria de posseir els següents coneixements previs:

1. Anàlisi matemàtica i rudiments de física de fluids.
2. Evolució estel·lar i Astrofísica bàsica.
3. Mecànica Hamiltoniana i Lagrangiana.
4. Relativitat Especial i General.
5. Camps elèctrics i magnètics: radiació electromagnètica.

Ja que les classes s'impartiran en anglès, un nivell B2 o equivalent seria necessari per poder seguir l'assignatura.

COMPETÈNCIES / RESULTATS D' APRENENTATGE

2150 - Màster Universitari en Física Avançada

Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametritzat.

Avaluar la validesa d'un model o teoria proposat per altres membres de la comunitat científica.

Comprender la fase terminal de las estrellas que conduce a la formación de objetos
compactos (enanas blancas, estrellas de neutrones o agujeros negros) incluyendo el

colapso estelar que precede a la formación de estos objetos, incluyendo también fenómenos como las supernovas y las erupciones de rayos gamma.

Comprender los fundamentos teóricos de la física estelar y cómo se forman y evolucionan las estrellas a partir de aplicación de las leyes de la física.

Comprendre d'una forma sistemàtica el camp d'estudi de la Física i el domini de les habilitats i mètodes d'investigació relacionats amb el dit camp.

Concebre, dissenyar, posar en pràctica i adoptar un procés substancial d'investigació amb serietat acadèmica.

Elaborar una memòria clara i concisa dels resultats del seu treball i de les conclusions obtingudes en l'àrea de la Física.

Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

Exposar i defendre públicament el desenrotllament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.

Ostentar la preparación para tomar decisiones correctas en la elección de tareas y en su ordenación temporal en su labor investigadora y/o profesional.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.

Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seua capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seua àrea d'estudi.

Que els estudiants sàpiguen comunicar les conclusions (i els coneixements i les raons últimes que les sustenten) a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

Que els estudiants siguen capaços d'integrar coneixements i afrontar la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, incloga reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea de la Física.

Saber modelizar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.

Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.

Ser capaços d'obtenir i de seleccionar la informació i les fonts rellevants per a la resolució de problemes, elaboració d'estratègies i assessorament a clients.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Introducció i conceptes bàsics

Lluminositats i magnituds aparents. Masses i ràdios estel¿lars. Relació Massa-Lluminositat. Temperatures estel¿lars. Tipus espectrals. Diagrames de Herszprung-Russell. Poblacions estel¿lars. El Sol: magnituds fonamentals. Equacions d'estructura estel¿lar. El teorema del Virial.

2. Resum d'evol.lució estel.lar

Resumirem les trajectòries evolutives més representatives dels estels en funció de les seves masses. Quatre trajectòries evolutives separades i paradigmàtiques seran considerades: estels de baixa massa, estels de massa intermèdia, estels massius i estels supermassius.

3. Nanes blanques.

Equacions d'estat. Estructura i estabilitat. Refredament. Nanes blanques en sistemes binaris: supernoves termonuclears.

4. Estels de neutrons.

Equacions d'estat. Estructura i estabilitat. Púlsars. Magnetosferes d'estels de neutrons. Proto-estels de neutrons. Refredament. Estels de neutrons en sistemes binaris.

5. Supernoves i col.lapse estel.lar

Propietats observacionals d'explosions supernova. Relació entre el col¿lapse estel¿lar i les supernoves hidrodinàmiques. Física del col¿lapse. Fase de rebot. Fase post-rebot. Aspectes bàsics per a la supervivència del xoc després del rebot. El mecanisme d'explosió retardat. Convecció i rotació com a elements que ajuden a explotar una supernova. El paper del camp magnètic en el mecanisme d'explosió de supernoves.

6. Acreció en Astrofísica. I. Afluència.

Es proporcionarà a l'estudiant una visió àmplia dels escenaris astrofísics en els quals l'acreció és l'element clau per convertir energia gravitatòria en altres tipus d'energia que donen lloc a multitud de fenomenologies observades. Considerarem el cas d'acreció en sistemes binaris i en nuclis actius de galàxies. Estudiarem en profunditat el cas d'acreció en discos geomètricament prims, introduint el model bàsic de disc de Shakura-Sunyaev. Es desenvoluparan els conceptes necessaris per entendre els processos d'acreció estacionària, fent èmfasi en els casos en els quals l'objecte central (acretor) sigui un objecte compacte (típicament un forat negre). Estudiarem les solucions de forat negre tipus Kerr i la dinàmica de partícules prova al voltant de forats negres. Espectre de masses i evidències observacionals de l'existència de forats negres.

7. Acreció en Astrofísica. II. Efluències.

Considerarem els mecanismes me¿s rellevants d'extraccio¿ d'energia a partir de processos d'acrecio¿, en particular els mecanismes de Blandford-Znajek i Blandford-Payne. Física de dolls relativistes en binàries i galàxies actives: composició, dinàmica i transport d'energia. Impacte en el medi interestel·lar i intergalàctic i rellevància astrofísica.

VOLUM DE TREBALL (HORES)

ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	39,00
Seminari	3,00
Altres activitats	4,00
Total hores	**46,00**

ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	3,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	20,00
Estudi i treball autònom	30,00
Preparació de classes	35,00
Preparació d'activitats d'avaluació	10,00
Resolució de casos pràctics	6,00
Total hores	**104,00**

METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques lliçó magistral participativa.

MD3 - Resolució de problemes.

MD4 - Problemes.

MD5 - Seminaris.

MD8 - Conferències d'experts.

AVALUACIÓ

SE1 - Exàmens escrits sobre les classes de teoria i pràctiques: basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de cada assignatura.
SE3 - Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria i pràctiques: assistència participativa i realització d'exercicis a l'aula.
SE5 - Avaluació de les activitats no presencials relacionades amb les classes de teoria i pràctiques: memòries i/o informes de les pràctiques lliurats.
SE7 - Presentació oral i exposició de treballs a l'aula.

L'examen contribuirà a un 40% de la nota total, i caldrà obtenir més de 4 punts de 10 per poder aprovar l'assignatura. El 60% de la nota s'obté per avaluació continuada. En aquesta part, els exercicis individuals contribueixen en un 30% i els treballs en grups en un altre 30%.

Aquest sistema d'avaluació s'aplica tant a la primera com a la segona convocatoria.

BIBLIOGRAFIA

- Referencia b1: Kippenhahn, R. Weigert, H., Stellar Structure and Evolution. Second Edition, Springer-Verlag, Berlin (1991)

- Referencia b2: Karttunen et al., Fundamental Astronomy. Fifth Edition., Springer-Verlag, Berlin

(2007)

- Referencia b3: Janka, H.-T., Conditions for shock revival by neutrino heating in core-collapse supernovae, A&A, 368, 527 (2001)
- Referencia b4: Filippenko, A., Optical spectra of Supernovae, ARAA, 35, 309 (1997)
- Referencia b5: Vedrenne, G. & Atteia, J.L., Gamma-Ray Bursts: The brightest explosions in the Universe. Springer; Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK (2009)
- Referencia b6: Shapiro, S.L., Teukolsky, S.A., Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars. John Wiley and Sons, Nueva York (1983)
- Referencia b7: M. Camenzind, Compact Objects in Astrophysics:White Dwarfs, Neutron Stars and Black Holes, Springer-Verlag, Berlin (2005)
- Referencia b8: Frank, J., King, A. Raine, D., Accretion Power in Astrophysics. Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge (1992)
- Referencia c1: Arnett, D., Supernovae and Nucleosynthesis. Princeton University Press (1996)
- Referencia c2: Clayton D.D., Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis. Chicago University Press (1983)
- Referencia c3: G.S. Bisnovatyi-Kogan, Stellar Physics II, Springer-Verlag Berlín (2001)
- Referencia c4: T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics (vol. I: Astrophysical Processes; vol. II: Stars and Stellar Systems) Cambridge University Press (2001)
- Referencia c5: LeVeque, R.J., Mihalas, E., Dorfi, E.A., Müller, E. Computational Methods for Astrophysical Fluid Flow: Saas-Fee Advanced Course 27. Lecture Notes 1997. Swiss Society for Astrophysics and Astronomy (Saas-Fee Advanced Courses) Springer, 1998
- Referencia c6: Piran, T., The physics of gamma-ray bursts, Reviews of Modern Physics, 76, 1143 (2005)
- Referencia c7: N.K. Glendenning, Compact Stars: Nuclear Physics, Particle Physics, and General Relativity, Second Edition, Springer-Verlag, Berlin (2000)

- Referencia c8: Mészáros, P., High-Energy Radiation from Magnetized Neutron Stars. The University of Chicago Press (1992)

- Referencia c9: Boettcher, M., Harris, D.E., Krawczynski, H., Relativistic Jets from Active Galactic Nuclei, Wiley-VCH, Weinheim (2012)

- Referencia c10: C.W. Misner, K.S.Thorne, J.A.Wheeler, Gravitation. W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA (1973)