# FICHA IDENTIFICATIVA

## DATOS DE LA ASIGNATURA

**Código:** 43299
**Nombre:** Cosmología
**Ciclo:** Máster Universitario Oficial
**Créditos ECTS:** 6
**Curso académico:** 2025-26

## TITULACIONES

| Titulación | Centro | Curso | Periodo |
|---|---|---|---|
| 2150 - Máster Universitario en Física Avanzada | Facultat de Física | 1 | Primer cuatrimestre |

## MATERIAS

| Titulación | Materia | Carácter |
|---|---|---|
| 2150 - Máster Universitario en Física Avanzada | Astrofísica avanzada | OPTATIVA |

## COORDINACIÓN

MUÑOZ LOZANO JOSE ANTONIO

PLANELLES MIRA SUSANA

# RESUMEN

Modelos de Friedmann-Robertson-Walker (FRW). Inhomogeneidades en el universo. Estructura a gran escala (observaciones). Descripción estadística de la estructura cósmica. El universo como una mezcla de especies en interacción. El fondo cosmológico de microondas. Anisotropías del fondo de microondas

croondas

# CONOCIMIENTOS PREVIOS

## RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS DE LA MISMA TITULACIÓN

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

## OTROS TIPOS DE REQUISITOS

# COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

## 2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

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.

Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Conocer los aspectos fundamentales de la cosmología observacional, incluyendo el estudio de galaxias por tipos y estructuras complejas y también la radiación de fondo de microondas y su estructura y anisotropías.

Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.

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

Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.

Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área 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.

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.

Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.

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

Ser capaces de obtener y de seleccionar la información y las fuentes relevantes para la resolución de problemas, elaboración de estrategias y asesoramiento a clientes.

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

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Modelos de Friedmann-Robertson-Walker (FRW)

El principio Cosmológico, la métrica de Robertson-Walker y el Universo de fondo (FRW). Ecuaciones básicas y parámetros libres en presencia de energía oscura (constante cosmológica o quintaesencia). El redshift cosmológico z. Edad del Universo a redshift z. Distancias cosmológicas.

### 2. Inhomogeneidades en el universo

Campos aleatorios en cosmología. Descripción de las fluctuaciones de densidad.
Espectro de potencias. Inestabilidad Gravitacional. Dinámica de la formación de estructura. Oscilaciones acústicas bariónicas. Evolución no lineal. Técnicas numéricas no lineales y universos virtuales.

### 3. El universo como una mezcla de especies en interacción

Las especies que pueblan el Universo y sus proporciones en diferentes periodos evolutivos. Funciones de distribución en la fase de equilibrio térmico. Densidades del número de fotones y bariones. Ecuaciones de Liouville y Boltzmann en el universo de FRW. Desacoplamiento de una especie.

## 4. El fondo cosmológico de microondas

Equilibrio con el plasma cosmológico para T >3500K: Cuerpo negro. Recombinación a T = 3500 K. Fórmula de Saha. La recombinación descrita mediante la ecuación de Boltzmann: Fracción residual de electrones. Desacoplamiento de los fotones. Amortiguamiento de Silk. La evolución del fondo de microondas desacoplado (Liouville en FRW). Polarización lineal del fondo de microondas durante el proceso de desacoplamiento. Contrastes de temperatura y correlaciones angulares: desviaciones respecto a la gaussianidad. Los contrastes de origen primordial presentes en el desacoplamiento. Los contrastes de tipo Sachs-Wolfe, Doppler y Sachs-Wolfe integrado. Efectos no gaussianos: Rees-Sciama, lente, Sunyaev-Zeldovich i Visniach. El espectro angular de potencias (Coeficientes C(l)).

## 5. Cosmología Observacional

Galaxias. El Grupo Local. Grupos y cúmulos de galaxias. La macroestructura cósmica: filamentos,paredes y vacíos. Catálogos espectroscópicos y fotométricos. Función de luminosidad. Velocidades peculiares y el teorema del virial. Emisión en rayos X: bremsstrahlung térmico. Estimaciones de masa y materia oscura. Determinación de los parámetros cosmológicos. Lentes gravitatorias: teoría y observación.

## 6. Descripción estadística de la estructura cósmica

Distribución de galaxias y campo de densidad de materia. Sesgo. Procesos puntuales. Recuentos por celdas. Función de distribución. Estimación de la función de correlación. Efecto de las velocidades peculiares. Espacio real y espacio de redshift. Segregación morfológica y de luminosidad. Evolución cósmica. Determinación de los parámetros cosmológicos.

# VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

### ACTIVIDADES PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Teoría | 39,00 |
| Seminario | 3,00 |
| Otras actividades | 4,00 |
| **Total horas** | **46,00** |

### ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Asistencia a otras actividades | 0,00 |
| Elaboración de trabajos individuales o en grupo | 0,00 |
| Estudio y trabajo autónomo | 0,00 |
| Preparación de clases | 52,00 |
| Preparación de actividades de evaluación | 0,00 |

| | |
|---|---|
| Resolución de casos prácticos | 52,00 |
| **Total horas** | **104,00** |

## METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD5 - Seminarios.

MD6 - Visita a instalaciones científicas externas y empresas

MD8 - Conferencias de expertos.

## EVALUACIÓN

Se realizarán tareas de evaluación continua, como entrega de ejercicios, memorias y presentaciones orales, así como, eventualmente, pruebas escritas sobre los contenidos de la asignatura. El porcentaje de evaluación de cada parte, tanto de primera como de segunda convocatoria, será el siguiente:

1) Calificación de una prueba escrita sobre los contenidos de la asignatura: 40-50%

2) Calificación de actividades de evaluación continua: 50-60%

Para obtener una evaluación global positiva es necesario obtener una calificación media igual o superior a 5 sobre 10.

## BIBLIOGRAFÍA


- Introduction to cosmology, Barbara Ryden (Addison Wesley, 2001)
- An introduction to galaxies and cosmology, Mark H. Jones y Robert J.A. Lambourne(Cambridge University Press, 2003)
- Fundamentals of cosmology, James Rich (Springer, 2001)
- Cosmology. The origin and evolution of cosmic structure, P. Coles y F. Lucchin (Wiley, 1995)
- The large-scale structure of the universe, P.J.E. Peebles (Princeton Series in Physics, 1980)

- Principles of physical cosmology, P.J.E. Peebles (Princeton Series in Physics, 1993)
- Introduction to cosmology, Matts Roos (John Wiley & Sons Ltd, 1994)
- Measuring the universe. The cosmological distance ladder, Stephen Webb (Springer, 1999)
- Cosmology. The science of the universe (2nd edition), Edward Harrison (Cambridge University Press 2000)
- Cosmological Physics, John A. Peacock (Cambridge University Press, 1999) Structure formation in the universe, T. Padmanabhan (Cambridge University Press, 1993)
- Cosmology and astrophysics through problems, T. Padmanabhan (Cambridge University Press, 1993)
- Statistics of the galaxy distribution, Vicent J. Martínez y Enn Saar (Chapman & Hall/CRC, 2002)
- The distribution of the galaxies. Gravitational clustering in cosmology, William C. Saslaw (Cambridge University Press, 2000)
- The early universe, E. W. Kolb and M. S. Turner (Addison Wesley, 1994)
- The cosmic microwave background, R. Durrer (Cambridge University Press, 2008)
- Cosmology, S. Weinberg (Oxford University Press, 2008)
- Extragalactic Astronomy and Cosmology. An introduction. P. Schneider, (Springer-Verlag, 2006
- Cosmología Física, Jordi Cepa, (Akal, 2007)
- Data Analysis in Cosmology, Martinez et al. (eds). LNP 665, (Springer-Verlag, 2008)