



## Grado en Física (curso 2024-25)

<b>Cosmología</b>		<b>Código</b>	800532	<b>Curso</b>	4º	<b>Sem.</b>	2º
<b>Módulo</b>	Física Fundamental	<b>Materia</b>	Astrofísica y Cosmología	<b>Tipo</b>	optativo		

	Total	Teóricos	Práct./Semin.	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	3.8	2.2	
<b>Horas presenciales</b>	45	28	11	6

<b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los diferentes aspectos de la cosmología observacional, la radiación cósmica del fondo de microondas, la expansión (acelerada) del Universo, la nucleosíntesis primordial y los modelos cosmológicos.</li> <li>Adquirir la base necesaria para analizar críticamente los nuevos avances en Astrofísica y Cosmología.</li> </ul>
<b>Breve descripción de contenidos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamentos observacionales de la Cosmología.</li> <li>Modelo cosmológico estándar</li> </ul>
<b>Conocimientos previos necesarios</b>
Materias y contenidos del Módulo de Formación General. Conocimientos previos de Gravitación y Relatividad General son muy recomendables para cursar la asignatura con aprovechamiento.

<b>Profesor/a coordinador/a</b>	José Alberto Ruiz Cembranos			<b>Dpto.</b>	FTA
	<b>Despacho</b>	03.310.0	<b>e-mail</b>	cembra@ucm.es	

<b>Teoría/Prácticas - Detalle de horarios y profesorado</b>								
Grupo	Aula	Día	Horario	Profesor	Fechas	horas	T/P	Dpto.
<b>A</b>	1	L,X	12:00-13:30	José Alberto Ruiz Cembranos	Indistintamente	32	T/P	FT
				Álvaro Parra López		6	P	FT
<b>B</b>	1	M,J	14:00-15:30	José Alberto Ruiz Cembranos	Indistintamente	38	T/P	FT

Tutorías				
Grupo	Profesor	horarios	e-mail	Lugar
A	José Alberto Ruiz Cembranos	M, J: 15:30 – 17:00 (+3 no presenciales)	cembra@ucm.es	03.310.0
	Álvaro Parra López	M: 11:00-12:00 J: 15:00-16:00	alvaparr@ucm.es	03.304.0
B	José Alberto Ruiz Cembranos	M, J: 15:30 – 17:00 (+3 no presenciales)	cembra@ucm.es	03.310.0

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
L1	Aula Informática 3	18/03/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	FT
	Aula Informática 2	20/03/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 3	21/03/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
L2	Aula Informática 2	25/03/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	27/03/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 3	28/03/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
L3	Aula Informática 2	01/04/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	03/04/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 3	04/04/2025, 11:00 - 13:00	Álvaro García Cendal	2	
L4	Aula Informática 2	18/03/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	19/03/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	20/03/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
L5	Aula Informática 2	25/03/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	26/03/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	27/03/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
L6	Aula Informática 2	01/04/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	02/04/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 2	03/04/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
L7	Aula Informática 2	07/04/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
	Aula Informática 1	08/04/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	

	Aula Informática 2	09/04/2025, 16:00 - 18:00	Álvaro García Cendal	2	
--	--------------------	---------------------------	----------------------	---	--

### Programa de la asignatura

#### Teoría

- Fundamentos observacionales:** distribución de materia a gran escala, materia oscura, expansión y edad del universo, asimetría bariónica y abundancia de elementos ligeros, radiación del fondo cósmico de microondas.
- Geometría y cinemática del universo en expansión:** métrica de Robertson-Walker, medida de distancias, horizontes y propagación de partículas.
- Dinámica del universo en expansión:** ecuaciones de Einstein. Modelos dominados por materia, radiación y constante cosmológica. Expansión acelerada y energía oscura. La cosmología estándar  $\Lambda$ CDM.
- Termodinámica del universo en expansión:** termodinámica del equilibrio, límites relativista y no relativista, teoría cinética en un universo en expansión, desacoplamiento y reliquias cosmológicas: fondo de neutrinos y materia oscura.
- Nucleosíntesis primordial:** abundancias de equilibrio, desacoplamiento de neutrones, producción del helio y otros elementos ligeros, abundancias observadas.
- Recombinación y desacoplamiento materia-radiación:** ecuación de Saha, recombinación del hidrógeno, desacoplamiento de los fotones.
- Teoría inflacionaria: problemas de la planitud y horizontes, modelos de inflación.** Origen y formación de grandes estructuras, anisotropías del fondo cósmico de microondas.

#### Prácticas

Se pretende que los alumnos adquieran un conocimiento más cercano a la investigación real en el campo a la vez que se muestra el enlace entre diversos datos experimentales y los modelos teóricos actuales sobre el origen y evolución del Universo. En particular, se abordan evidencias observacionales fundamentales en la cosmología, como las medidas de distancia de luminosidad de supernovas de tipo Ia.

El laboratorio consistirá en una serie de estudios estadísticos de máxima verosimilitud de distintos datos experimentales con diferentes modelos de evolución cosmológica.

### Bibliografía

- E.W. Kolb and M.S. Turner, *The Early Universe*, Addison-Wesley, (1990)
- S. Dodelson, *Modern Cosmology*, Academic Press (2003)
- V.F. Mukhanov, *Physical Foundations of Cosmology*, Cambridge (2005)
- A.R. Liddle and D.H. Lyth, *Cosmological Inflation and Large-Scale Structure*, Cambridge (2000)
- A.R. Liddle, *An Introduction to Modern Cosmology*, Wiley (2003)
- T. Padmanabhan, *Theoretical Astrophysics, vols: I, II y III*, Cambridge (2000)
- S. Weinberg, *Cosmology*, Oxford (2008)
- B. Ryden, *Introduction to Cosmology*, Cambridge (2017)

### Recursos en internet

Campus virtual

### Metodología

- Clases de teoría y problemas.
  - Se entregarán a los alumnos hojas con enunciados de problemas especialmente diseñadas para que el alumno vaya ejercitándose de manera gradual, y adquiriendo de forma secuencial las destrezas correspondientes a los contenidos y objetivos de la asignatura.
- Se contempla la realización de práctica con ordenador.

Evaluación		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	70%
El examen tendrá cuestiones teóricas y/o problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	30%
Se contempla la posibilidad de realizar prácticas de laboratorio y de ejercicios en clase.		
Calificación final		
<p>La calificación final será la más alta de las siguientes dos opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>N_{Final} = 0.7N_{Ex} + 0.3N_{Otras}</math>, donde <math>N_{Ex}</math> y <math>N_{Otras}</math> son (en una escala 0 a 10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores</li> <li>• Nota del examen final</li> </ul> <p>En cualquier caso, será necesario obtener un 4.0 sobre 10.0 el examen final para superar la asignatura.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de julio se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p>		