



## Grado en Física (curso 2025-26)

<b>Partículas Elementales</b>		<b>Código</b>	800536	<b>Curso</b>	4º	<b>Sem.</b>	2º
<b>Módulo</b>	Física Fundamental	<b>Materia</b>	Estructura de la Materia	<b>Tipo</b>	optativo		

	Total	Teóricos	Práct./Semin.	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	3.6	2.4	
<b>Horas presenciales</b>	45	27	13	5

<b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>
Conocer el espectro, simetrías, estructura e interacciones de las partículas elementales: los hadrones, quarks y el modelo estándar.
<b>Breve descripción de contenidos</b>
Fundamentos empíricos y teóricos de la física de partículas elementales y sus agregados, desde los hadrones constituyentes del núcleo atómico a los elementos del modelo estándar.
<b>Conocimientos previos necesarios</b>
Mínimos: mecánica cuántica (especialmente teoría del momento angular, simetrías, procesos de dispersión), estructura cuántica de la materia (física nuclear y de partículas), procesos elementales en electrodinámica. Se considera requisito mínimo recomendable haber aprobado la asignatura de campos cuánticos (segunda cuantización, mecánica cuántica relativista). Es recomendable haber cursado la asignatura de simetrías y grupos en física.

<b>Profesor/a coordinador/a</b>	Ignazio Scimemi		<b>Dpto.</b>	FT
	<b>Despacho</b>	02.310.0	<b>e-mail</b>	ignazios@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	M, V	12:00-13:30	Por asignar	Todo el semestre	34	T/P	FT
				Por asignar	Todo el semestre	6	P	
<b>B</b>	1	L, X	14:30-16:00	Ignazio Scimemi	Todo el semestre	40	T/P	FT

Tutorías				
Grupo	Profesor	horarios	e-mail	Lugar
A	Por asignar			
	Por asignar			
B	Ignazio Scimemi	M, J: 10:30-12:00 +3h online	ignazios@fis.ucm.es	02.310.0

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
L1	Aula Informática 2	M:02/03/27 J:04/03/27 de 14:30 a 17:00	David García García	5	FT
L2	Aula Informática 2	M:09/03/27 J:11/03/27 de 14:30 a 17:00	David García García	5	
L3	Aula Informática 2	X:10/03/27 J:11/03/27 de 10:30 a 13:00	David García García	5	
L4	Aula Informática 3	X:17/03/27 J:18/03/27 de 10:30 a 13:00	David García García	5	
L5	Aula Informática 2	M:30/03/27 J:01/04/27 de 14:30 a 17:00	Sara Piloña Álvarez	5	
L6	Aula Informática 15	X:31/03/27 J:01/04/27 de 10:30 a 13:00	Sara Piloña Álvarez	5	
L7	Aula Informática 2	M:06/04/2027 J:08/04/27 de 15:30 a 18:00	Javier Martínez Martín	5	

Programa de la asignatura
<p><b>1. Introducción:</b> Cinemática relativista y leyes de conservación. Sistema de unidades naturales. Aceleradores, rayos cósmicos y detección experimental de partículas. Clasificación y estructura fenomenológica del Modelo Estándar.</p> <p><b>2. Sección eficaz y matriz S:</b> repaso de secciones eficaces totales, elásticas e inelásticas. Formalismo de dispersión y matriz S. Procesos de N cuerpos, espacio de fases, y anchuras de desintegración.</p> <p><b>3. Teoría cuántica de campos y Electrodinámica Cuántica:</b> Breve repaso de la teoría cuántica de campos y reglas de Feynman. Procesos electromagnéticos elementales a primer orden.</p> <p><b>4. Cromodinámica Cuántica:</b> Teoría de Yang–Mills y simetría de color. Procesos hadrónicos a altas energías: teoremas de factorización, chorros hadrónicos y desintegraciones de mesones. Libertad asintótica y confinamiento del color. Funciones de estructura y modelo de partones.</p> <p><b>5. Espectro hadrónico:</b> El modelo quark. Representaciones del grupo SU(2) y SU(3). Simetría quiral y su ruptura espontánea. Corrientes hadrónicas y factores de forma.</p> <p><b>6. Interacciones débiles y unificación:</b> Interacción de contacto de Fermi. Bosones mediadores. Rotura espontánea de simetría. Formulación del modelo estándar y consecuencias experimentales. Experimentos de oscilación de neutrinos.</p> <p><b>7. Física del sabor y violación de CP:</b> Matriz CKM y PMNS. Violación de CP y física de kaones. El modelo estándar con neutrinos masivos.</p>

<b>Bibliografía</b>
<p><b>Básica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quarks and Leptons: Introductory Course in Modern Particle Physics (F. Halzen, A.D. Martin, John Wiley &amp; sons, 1984).</li> <li>▪ Collider Physics within the Standard Model: a Primer, G. Altarelli, Lect.Notes Phys. 937 (2017) 1-173, e-Print:1303.2842 [hep-ph]</li> <li>▪ Collider Physics, V. D. Barger, R. J. N. Philips, CRC Press, ISBN-13 : 978-0367091101</li> <li>▪ Selected problems in theoretical particle physics (with solutions), de A. Di Giacomo (Author), G Paffuti (Author), P Rossi (Author), World Scientific Publishing Company, ISBN-13: 978-9810216146</li> </ul> <p><b>Complementaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gauge Theories in Particle Physics: A Practical Introduction (I. Aitchison y A. Hey, cuarta edición, CRC Press).</li> <li>▪ An introduction to Quantum Field Theory (M.E. Peskin, D.V. Schroeder, CRC Press, 1995)</li> <li>▪ Introduction to Particle Physics (D. Griffiths, Wiley VCH, 2ª edición revisada, 2008)</li> <li>▪ The Standard Model and Beyond (P. Langacker, CRC Press 2010)</li> <li>▪ Introduction to Quarks and Partons (F. E. Close, Academic Press 1979).</li> <li>▪ Gauge Theory of Elementary Particle Physics (T. Cheng y L.-F. Li, OUP Oxford 1984).</li> <li>▪ Introduction to High Energy Physics, (D. Perkins, cuarta edición, Cambridge Univ. Press, 2000).</li> </ul>

<b>Recursos en internet</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* The Review of Particle Physics <a href="http://pdg.lbl.gov/">http://pdg.lbl.gov/</a></li> <li>* CORE 3.1 (V.I. Borodulin, R.N. Rogalyov, S.R. Slabospitskii), e-Print: 1702.08246 [hep-ph] <a href="https://inspirehep.net/literature/1515220">https://inspirehep.net/literature/1515220</a></li> <li>* Se podrán proporcionar archivos adicionales de la asignatura a través del campus virtual.</li> </ul>

<b>Metodología</b>
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <p>Lecciones en las que primero se explicarán los conceptos teóricos fundamentales y a continuación se ilustrarán dichos conceptos con ejemplos y aplicaciones.</p> <p>Prácticas que requieran solución numérica: aula-laboratorio de física computacional.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	70%
<p>Calificación final del apartado de realización de exámenes: <math>N_{Exam}</math>, comprendida entre 0 y 10.</p> <p>El examen constará de cuestiones teóricas y/o problemas de nivel similar a los resueltos en clase.</p>		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	30%

En este apartado se valorarán los siguientes trabajos:

1. Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso, de forma individual o en grupo.
2. Informe o informes de las prácticas de laboratorio.

Asimismo, podrá realizarse una prueba de control a mitad del cuatrimestre o una prueba sobre las prácticas de laboratorio.

La calificación final de este apartado será  $N_{\text{OtrasActiv}}$  y estará comprendida entre 0 y 10.

### Calificación final

Calificación final:

$$C_{\text{Final}} = \max \{ 0.7N_{\text{Exam}} + 0.3N_{\text{OtrasActiv}}, N_{\text{Exam}} \}$$

Nota mínima final de exámenes para aplicar la ponderación:  $N_{\text{Exam}} \geq 3.5$ .

Tanto el criterio de calificación final como la calificación correspondiente a otras actividades se mantendrán en la convocatoria extraordinaria.