



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS/HIGH ENERGY PHYSICS

### 1.1. Código / Course number

16429

### 1.2. Materia / Content area

Física Nuclear y de Partículas Elementales

### 1.3. Tipo / Coursetype

Formación optativa / Elective subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso / Year

4º / 4<sup>th</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º/2<sup>nd</sup> (spring semester)

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Buenos conocimientos de Mecánica Cuántica, a nivel del tercer curso de Grado en Física. Muy recomendable haber cursado la asignatura obligatoria de Grado en Física: Física Nuclear y de Partículas, y haber cursado o estar cursando las optativas de Grado en Física: Electrodinámica Clásica y Mecánica Cuántica (avanzada)/Good knowledge of Quantum Mechanics, at the level of 3<sup>rd</sup> year of the Physics Degree. Highly advisable to have followed or to be following



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

[courses on Nuclear Physics, Classical Electrodynamics and Advanced Quantum Mechanics.](#)

### 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / [Minimum attendance requirement](#)

La asistencia a las clases magistrales no es obligatoria, pero es muy recomendable.

La asistencia a las clases prácticas no es obligatoria, pero es muy recomendable.

### 1.10. Datos del equipo docente / [Faculty data](#)

Docente(s) / [Lecturer\(s\)](#) María José Herrero Solans (coordinadora)

Departamento de Física Teórica / [Department of Theoretical Physics](#)

Facultad de Ciencias / [Faculty of Science](#)

Despacho 505 - Módulo 15 / [Office 505 - Module 15](#)

También: Instituto de Física Teórica / [IFT](#)

Teléfono / [Phone](#): +34 914973913, +34 912999814 (IFT)

Correo electrónico / [Email](#): maria.herrero@uam.es

Página web / [Website](#):

Horario de atención al alumnado: cita previa / [Office hours: upon appointment](#)

### 1.11. Objetivos del curso / [Course objectives](#)

El objetivo general del curso es introducir y familiarizar al estudiante en los conceptos y aspectos más básicos de la Física de Altas Energías, y más concretamente de la Física de Partículas Elementales, sus Interacciones Fundamentales y la Fenomenología asociada más relevante. Se desarrollarán temas fundamentales como simetrías y leyes de conservación en Física de Partículas, estructura y clasificación de hadrones, y se abordarán los distintos aspectos característicos de las interacciones electromagnéticas, fuertes, débiles y electrodébiles. Se formará también al estudiante en el uso de técnicas y métodos de cálculo en la Física moderna de Partículas. Los temas tratados se complementarán con ejercicios de aplicación directa del formalismo teórico, así como con problemas más elaborados que intentará resolver el alumno y que se discutirán en las clases prácticas.

#### Resultados de aprendizaje / [Learning outcomes](#)

Conceptuales: / [Conceptual](#):



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

- Conocimiento de las partículas elementales, sus interacciones fundamentales y las leyes básicas de conservación.
- Conocimiento de la estructura de los hadrones en términos de sus quarks componentes.
- Conocimiento de los números cuánticos relevantes en Física de Partículas Elementales.
- Conocimiento de los métodos de cálculo teóricos más básicos y algunas técnicas experimentales en Física Moderna de Altas Energías
- Conocimiento de la fenomenología básica en Física de Partículas Elementales.

#### Prácticos / Skills

- Ser capaz de dibujar los diagramas de Feynman relevantes en ejemplos de procesos de interés en Física de Partículas
- Ser capaz de estimar secciones eficaces de procesos de dispersión mediados por las interacciones fundamentales.
- Ser capaz de estimar anchuras de desintegración de partículas elementales
- Ser capaz de interpretar posibles señales experimentales en procesos de dispersión
- Aprender a debatir contrastando diferentes interpretaciones de un mismo fenómeno físico

A estos objetivos específicos y resultados del aprendizaje relacionados con los contenidos temáticos de la asignatura se añaden, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, los del desarrollo de competencias correspondientes al módulo “Física Nuclear y de Partículas y Astrofísica” recogido en la Memoria de Verificación del Grado, como son:

- Conocer y comprender las leyes y principios fundamentales de la física, y ser capaz de aplicar estos principios a diversas áreas de la física (A1).
- Conocer los últimos avances en las especialidades actuales de la física (A4).
- Ser capaz de resolver problemas en física identificando los principios físicos relevantes (A5).
- Ser capaz de extraer lo esencial de un proceso o situación y establecer un modelo matemático del mismo, realizando las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable (A6).
- Desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas (A8).



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

- Ser capaz de presentar resultados científicos propios o resultados de búsquedas bibliográficas, tanto a profesionales como a público en general (A13).
- Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en física y otra bibliografía técnica, así como cualquier otra fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos (A15).
- Ser capaz de utilizar las tecnologías de la información para obtener información, analizar resultados (A16).
- Ser capaz de comprender textos técnicos en inglés (A19).
- Ser capaz de presentar resultados científicos en público en inglés (A20).
- Capacidad de análisis y síntesis (B1).
- Capacidad de comunicación (B3).
- Conocimiento del inglés (B4).
- Habilidades informáticas básicas (B5).
- Habilidades de búsqueda y gestión de información (B6).
- Resolución de problemas (B7).
- Habilidad para trabajar de forma autónoma (B13).
- Capacidad de aprendizaje autónomo (B14).
- Interés por la calidad (B18).

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

### BLOQUE I: El marco general de la Física de Altas Energías

Tema 1. Nociones básicas en Física de Partículas Elementales: Partículas elementales de materia y sus propiedades. Partículas mediadoras de las interacciones fundamentales y sus propiedades. Unidades Naturales y órdenes de magnitud en Física de Altas Energías. Simetrías y cantidades conservadas. Números cuánticos básicos en Física de Partículas. Nociones básicas de Mecánica Cuántica Relativista. Ecuación de Klein-Gordon. Ecuación de Dirac. Antipartículas. Espinores y matrices de Dirac. Helicidad y Quiralidad.

Tema 2. Métodos Experimentales en Física de Altas Energías: Aceleradores de partículas y colisionadores. Aspectos básicos y ejemplos actuales. Detectores de partículas. Aspectos básicos y ejemplos actuales. Otros experimentos y métodos experimentales en Física de partículas y astropartículas.

### BLOQUE II: Simetrías y hadrones.

Tema 3. Simetrías y leyes de conservación en Física de Partículas: Tipos de Simetrías: espacio-temporales/internas, discretas/continuas, globales/locales, exactas/aproximadas/rotas. Simetrías C, P, T. Propiedades básicas de los



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

grupos SU(2) y SU(3). Ejemplos: SU(2) de Espín e Isoespín; SU(3) de sabor y color.

Tema 4. Estructura de los hadrones: El modelo de quarks. Clasificación de los mesones y bariones en multipletes de SU(3). Propiedades básicas de los hadrones. Espectroscopía de estados ligados de quarks y antiquarks. El modelo de partones: Quarks y gluones como constituyentes de los hadrones. Dispersión profundamente inelástica.

### BLOQUE III: Interacciones Fundamentales

Tema 5. Diagramas de Feynman: Descripción de las interacciones fundamentales mediante diagramas de Feynman. Herramientas básicas en Mecánica Cuántica Relativista para el cálculo de secciones eficaces y anchuras de desintegración.

Tema 6. Interacciones electromagnéticas: Nociones básicas en Electrodinámica Cuántica. El fotón y su interpretación como campo mediador de las interacciones electromagnéticas. Vector de polarización del fotón. Interacción electrón-fotón. Reglas de Feynman en QED. Cálculo de secciones eficaces en QED. Tests experimentales de QED.

Tema 7. Interacciones fuertes, débiles y electrodébiles. Nociones básicas de las interacciones fuertes, débiles y electrodébiles. El color de los quarks. El gluón y su interpretación como campo mediador de las interacciones fuertes. Colisiones entre quarks y gluones. Números cuánticos de isospin e hipercarga débiles. Propiedades básicas de los bosones W y Z y su interpretación como mediadores de las interacciones débiles. Unificación de las interacciones débiles y electromagnéticas. Mezcla de sabores de los quarks y violación de CP.

### 1.13. Referencias de consulta / [Course bibliography](#)

Teoría y problemas:

-F. Halzen, A.D.Martin

'Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics'. Ed. J. Wiley and Sons.

-Fayyazuddin, Riazuddin

'A Modern Introduction to Particle Physics'. Ed. World Scientific.

-D.H.Perkins

'Introduction to High Energy Physics'. Ed. Addison-Wesley Publishing Company.



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

### Actividades presenciales

- Clases teóricas. Exposición oral por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema. Se invitará a participar a los estudiantes y se incentivará el debate.
- Clases de problemas. Algunos ejercicios serán resueltos por el/los profesor/es encargado/s, a modo de ejemplos, y otros serán propuestos a los alumnos para su resolución.
- Tutorías individuales o colectivas.
- Pruebas de evaluación (exámenes).

### Actividades no presenciales

- Realización de ejercicios: Los alumnos desarrollarán por su cuenta ejercicios propuestos en las clases de teoría y de problemas que permitan extender los conceptos que en ellas se presenten.
- Estudio personal: aprendizaje autónomo del alumno a lo largo del curso mediante la realización de ejercicios propuestos en clase o el estudio de la bibliografía propuesta.
- Preparación del examen final: los alumnos deberán dedicar un tiempo exclusivo de preparación para el examen final.

## 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	40 h (27%)	50% = 75 horas
	Clases prácticas	20 h (13%)	
	Realización de exámenes	6 h (4%)	
	Tutorías	9 h (6%)	
No presencial	Estudio semanal, resolución de problemas y preparación de exámenes	75h (50%) (5 h. x 15 semanas)	50% = 75 horas
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	



Asignatura: Física de Altas Energías  
Código: 16429  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Curso Académico: 2016-2017  
Tipo: Formación Optativa  
Nº de créditos: 6 ETCS

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

La calificación final se obtendrá de la realización de exámenes (70%) y la evaluación de actividades complementarias: realización de problemas, su resolución ante la clase, presentaciones (30%).

El examen evalúa las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de las leyes y principios fundamentales de la física y los contenidos de la asignatura, así como la competencia en la resolución de problemas, atendiendo específicamente al grado de desarrollo de las competencias a adquirir.

Las actividades complementarias, por su parte, evalúan las competencias del alumno en cuanto al conocimiento y comprensión de los contenidos de la asignatura, así como la competencia en la resolución de problemas identificando los principios físicos relevantes y detectando analogías que permiten aplicar soluciones conocidas a nuevos problemas. También son evaluadas competencias transversales relativas a la capacidad de síntesis, resolución de problemas, aprendizaje y trabajo autónomo e interés por la calidad.

Los alumnos que no se presenten al examen final serán calificados como “no evaluados”. Para la convocatoria extraordinaria se guardará la calificación de las actividades complementarias.

#### 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1,2	Temas 1,2	8 h	8 h
3,4	Tema 3	8 h	8 h
5,6	Tema 4	8 h	8 h
7,8	Tema 5	8 h	8 h
9,10,11,12	Tema 6	16 h	16 h
13,14,15	Tema 7	12 h	12 h

\*Este cronograma tiene carácter orientativo