



## Grado en Física 26950 - Física de altas energías

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- José Luis Cortés Azcoiti cortes@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El objetivo de este curso es presentar una introducción teórica y fenomenológica de la física de partículas, sus interacciones y el modelo estándar.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

El curso comenzará y acabará en las fechas fijadas por la Facultad de Ciencias.

Clases: 4 horas por semana.

Sesiones de evaluación: Se fijarán a lo largo del curso.

El curso comenzará y acabará en las fechas fijadas por la Facultad de Ciencias. Clases: 4 horas por semana. Sesiones de evaluación: Se fijarán a lo largo del curso.

---

### Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conocer ejemplos de procesos que se producen en una colisión de un acelerador y la forma de obtener la información relevante.
- 2:** Utilizar los principios de simetría para determinar las posibles interacciones entre partículas.
- 3:** Calcular diagramas de Feynman sencillos (orden árbol) y relacionarlos con la sección eficaz de un proceso.
- 4:** Conocer las propiedades fundamentales de la interacción débil: alcance corto, violación de paridad, unificación con la interacción electromagnética a altas energías.

**5:** Conocer las propiedades fundamentales de la interacción fuerte: libertad asintótica, confinamiento, ...

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El modelo estándar de la física de partículas ha recibido una última confirmación recientemente con el descubrimiento del Higgs. Tenemos un esquema que nos permite entender los diferentes procesos entre partículas mediados por las tres interacciones (fuerte, electromagnética y débil) relevantes a nivel microscópico. Este entendimiento tiene implicaciones en física de altas energías (aceleradores de partículas), en astrofísica (incluyendo física de rayos cósmicos), en experimentos subterráneos y en cosmología. Aunque no hemos encontrado ningún fallo a ninguna de las predicciones del modelo estándar sabemos indirectamente que tiene que haber algo más allá del modelo estándar (materia oscura, asimetría materia-antimateria, ...).

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo básico de la asignatura es adquirir un entendimiento de la Física de partículas elementales desde diferentes puntos de vista. A nivel teórico entender la relación entre partículas y sus interacciones y teoría cuántica de campos relativistas. Mas en concreto teorías gauge (abelianas y no abelianas). A nivel fenomenológico identificar las características de las diferentes interacciones entre partículas y los procesos asociados. A nivel experimental comprender las diferentes formas de realizar experimentos u observaciones a nivel microscópico.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Un conocimiento básico de la física de partículas es imprescindible en la formación de un físico en el siglo XXI. Este curso complementa una introducción rápida que los alumnos ven en la asignatura de Física Nuclear y partículas. La Física de partículas es un campo ideal en el que ver como se aplican los conocimientos adquiridos en asignaturas básicas como la Física Cuántica (I y II). Los métodos teóricos más específicos de la Física de partículas (teoría cuántica de campos, relatividad especial) tienen múltiples aplicaciones en muchos otros campos de la Física.

### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Comprender los ingredientes esenciales en la forma moderna de entender las interacciones entre partículas elementales: campos, invariancia gauge, constantes de acoplamiento, bosones de intercambio, partículas virtuales, diagramas de Feynman, etc.
- 2:** Comprender las herramientas experimentales utilizadas en física de altas energías: aceleradores, detectores y radiación cósmica.
- 3:** Comprender la relevancia de las simetrías para cada tipo de interacción fundamental.
- 4:** Aplicar las reglas de Feynman de QED a la dispersión electromagnética de leptones.
- 5:**

Conocer la teoría de Yang-Mills y los principales tests del modelo estándar.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

La confluencia de diferentes métodos experimentales y diferentes fenómenos en los que la física de partículas juega un papel relevante proporciona una visión global del alcance que el reduccionismo tiene en nuestro entendimiento de la naturaleza. La herramienta teórica básica en la formulación del modelo estándar, la teoría cuántica de campos, tiene múltiples aplicaciones más allá del marco en el que se introduce en este curso. La comprensión de cómo se ha llegado a formular el modelo estándar proporciona una visión clara de cómo se progresa en física ayudando al estudiante a desarrollar una actitud analítica y crítica con la que atacar en general problemas abiertos más allá del ámbito académico.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

Una evaluación continuada tendrá en cuenta el trabajo personal de los estudiantes a lo largo del curso. Los estudiantes presentarán la solución de ejercicios propuestos a lo largo del curso. La evaluación (50% de la nota final) reflejará la calidad de las soluciones a los ejercicios propuestos así como la participación activa en el curso.

**2:**

Al final del curso se realizará una prueba escrita con preguntas relacionadas con los ejercicios realizados y temas tratados a lo largo del curso para evaluar el grado de adquisición de las competencias previstas. El resultado de esta prueba será un 50% de la nota final.

### **Superación de la asignatura mediante una prueba global única**

El curso ha sido planificado para estudiantes que pueden atender regularmente a las clases impartidas a lo largo del curso y que van presentando la resolución de ejercicios propuestos regularmente a lo largo del curso. En cualquier caso todo alumno podrá superar la asignatura mediante una prueba global única que constará de una prueba escrita con preguntas relacionadas con los ejercicios realizados a lo largo del curso (50% de la nota final) junto con una prueba oral basada en preguntas muy generales sobre los temas tratados a lo largo del curso (50% restante de la nota final).

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

Los resultados programados en este curso incluyen el adquirir un conocimiento de la física de partículas elementales a nivel teórico, fenomenológico y experimental y sus diferentes aplicaciones. Para obtener estos resultados hemos programado una serie de actividades que incluyen clases teóricas, resolución y discusión de problemas, ejercicios a realizar por los alumnos tanto a nivel individual como en pequeños grupos. Estas actividades permitirán alcanzar al alumno el nivel de conocimiento deseado en los temas del curso y las competencias mencionadas previamente.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

Clases magistrales donde se presentan los temas a tratar en el curso. Estas clases tendrán los siguientes contenidos:

I Conceptos previos: Partículas elementales. Cinemática relativista. Secciones eficaces y anchuras de desintegración. Breve introducción histórica.

II Métodos experimentales: Interacción de partículas con materia y detectores. Aceleradores de partículas y detección de partículas.

III Teoría clásica de campos. Simetrías. Electrodinámica y simetría gauge.

IV Teoría cuántica de campos. Diagramas de Feynman.

V Interacciones débiles. Teorías gauge no abelianas.

VI Cromodinámica cuántica.

VII Partículas, astrofísica y cosmología.

**2:**

Resolución de ejercicios propuestos a nivel individual y en grupos de trabajo.

**3:**

Clases interactivas de resolución de problemas.

### Planificación y calendario

#### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Calendario a fijar a lo largo del curso.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bettini, Alessandro. Introduction to elementary particle physics / Alessandro Bettini . - Second edition New York : Cambridge University Press, cop. 2014
- Braibant, S.; Giacomelli, G.; Spurio, M.. Particles and Fundamental Interactions: An Introduction to Particle Physics. 2nd. Ed. Springer. 2012
- Cottingham, W. N.. An introduction to the standard model of particle physics / W. N. Cottingham and D. A. Greenwood . 1st publ., repr. Cambridge [etc.] : Cambridge University Press, 2005
- Griffiths, David. Introduction to elementary particles / David Griffiths . - 2nd rev. ed. New York : John Wiley, 2009
- Maggiore, Michele. A modern introduction to quantum field theory / Michele Maggiore Oxford [etc.] : Oxford University Press, 2005