

## Máster en Física y Tecnologías Físicas 60034 - Física de Partículas

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- José Luis Cortés Azcoiti cortes@unizar.es
- Siannah Peñaranda Rivas siannah@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El objetivo de este curso es que el estudiante se familiarice con la aplicación de métodos modernos de física teórica en el campo de la física de partículas elementales. Se recomienda haber cursado previamente Física Cuántica y Física de Altas Energías.

Otros cursos del Master complementarios son "Astrofísica Relativista, Astropartículas y Cosmología", "Interacción de la radiación y la materia" y "Teoría Cuántica de la Materia Condensada".

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Las clases se inician y terminan en la fecha indicada por la Facultad de Ciencias. □ Conferencias: 4 sesiones/semana. □ Fechas de evaluación: Por decidir.

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Manejar la técnica de Diagramas de Feynman y estimar secciones eficaces y anchuras de desintegración para procesos relevantes en el formalismo del Modelo Estándar y sus extensiones.
- 2:** Analizar la deducción del Modelo Estándar de Física de Partículas a partir de los datos experimentales.
- 3:** Describir a nivel fenomenológico la situación actual de la Física de Partículas Elementales y su futuro próximo.

- 4: Analizar los resultados recientes de aceleradores (principalmente de LHC) y otros experimentos (por ejemplo, desintegración doble beta) y obtener estimaciones sobre posibles nuevos descubrimientos.
- 5: Ser capaz de explorar posibles extensiones del Modelo Estándar y analizar los esfuerzos experimentales en esa dirección.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El desarrollo actual de nuestra comprensión del Universo se encuentra actualmente en un período muy relevante gracias a la puesta en marcha del Gran Colisionador de Hadrones (LHC), el acelerador de partículas más grande y de más alta energía desarrollado hasta el momento. En este acelerador de partículas recreamos los instantes iniciales de la creación del universo y podemos estudiar los bloques fundamentales del universo – las partículas más pequeñas constituyentes del universo. En el transcurso del siglo pasado, los físicos se aventuraron en dimensiones cada vez más pequeñas. Hoy en día, el Modelo Estándar de la física de partículas describe con mucho éxito los componentes fundamentales de nuestro mundo y las fuerzas que actúan entre ellos. Recientemente, se ha confirmado en el LHC la existencia del último eslabón de este modelo, la partícula de Higgs. Sin embargo, algunas preguntas cruciales siguen aún sin respuesta: ¿De dónde proviene la masa de las partículas elementales? ¿Es válido el denominado Mecanismo de Higgs para generar estas masas? ¿Qué es la materia oscura? ¿Qué pasó durante los instantes iniciales de la creación del universo, el Big Bang? ¿Hay alguna posibilidad de ampliar el modelo estándar?

---

## 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:

Este curso es interesante para todos los estudiantes que por un lado quieren conocer el estado actual de nuestros conocimientos en física microscópica (física de partículas) y por otro lado quieren aprender los métodos de teoría cuántica de campos, métodos utilizados en muchas otras áreas de la física moderna. Al final del curso los estudiantes deben entender los principales pasos que nos han llevado a la formulación del Modelo Estándar de la física de partículas, y deben ser capaces de analizar las consecuencias de las diferentes extensiones del modelo estándar basadas en la introducción de nuevos campos y/o interacciones.

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

Los estudiantes de física teórica de la materia condensada y de física de alta energías así como teóricos, fenomenólogos y experimentales en física de partículas, pueden encontrar información relevante para su futuro trabajo en este curso. Puede complementarse con los cursos "Astrofísica relativista, Astropartículas y Cosmología", "Interacción de la radiación y la materia" y "Teoría Cuántica de la Materia Condensada".

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

- 1: Consolidar los conocimientos avanzados y la interrelación entre los diversos campos de la Física y las Tecnologías Físicas (CE3).
- 2: Integrar conocimientos, enfrentarse a la complejidad y formular juicios con información limitada en el ámbito de la Física y de sus Tecnologías (CE4).
- 3: Profundizar en el análisis, tratamiento e interpretación de datos experimentales (CE5).

- 4:** Conocer en profundidad la formulación actual y confirmación experimental del Modelo Estándar de Física de Partículas y sus interacciones.
- 5:** Estudiar los avances que han tenido lugar en Física de Partículas como resultado del conocimiento previo y de las observaciones experimentales hechas en aceleradores.
- 6:** Entender y manejar las técnicas teóricas y matemáticas necesarias para formalizar las competencias anteriores.
- 7:** Adquirir conocimientos acerca de las teorías más allá del Modelo Estándar y los esfuerzos experimentales actuales para su comprobación.

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

El carácter multidisciplinar de este curso hace que sea especialmente relevante para la formación del alumno, al exigir el conocimiento profundo de los aspectos fundamentales de la física de partículas hoy en día y la aplicación de diferentes herramientas teóricas útiles en diferentes campos de la física. Además, este curso permitirá a los estudiantes desarrollar un pensamiento crítico y analítico, tanto en las cuestiones abiertas en la física de partículas en la actualidad y en formas que trascienden el 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:** La evaluación continua tendrá en cuenta el trabajo personal de los alumnos durante todo el curso. Los estudiantes presentarán la solución a los ejercicios propuestos durante el curso, recibirán un cuestionario para cada una de las diferentes secciones del curso. La evaluación (30% de la nota final) reflejará la calidad de las soluciones de los ejercicios propuestos y la participación en el curso.
- 2:** El curso también incluirá una presentación oral de un trabajo relacionado con uno de los temas tratados en el curso. Una fracción de la nota final (70%) se basa en la calidad de los trabajos realizados por los alumnos y su defensa oral. La originalidad del trabajo se tendrá en cuenta para otorgar la máxima calificación.

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

El curso ha sido diseñado principalmente para los estudiantes que asisten a las conferencias durante el curso. Sin embargo, también habrá una prueba de evaluación para los estudiantes que no pueden asistir a estas conferencias o que fracasan en su primera evaluación. La prueba consistirá en la resolución de un cuestionario relacionado con los resultados esperados del curso. El cuestionario estará compuesto por:

1. Una parte contendrá 6 preguntas relacionadas con los principales conceptos tratados en el curso. Se evaluará de 0 a 10 y el resultado corresponderá al 70% de la nota final.
2. Una segunda parte en la que se le pedirá al estudiante resolver uno de dos ejercicios propuestos, similares a los propuestos durante el curso (30% 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:

La programación de este curso tiene como objetivo alcanzar el nivel de conocimiento de un curso de postgrado en el campo de la física de partículas tanto a nivel teórico como fenomenológico. Para alcanzar estos resultados hemos programado actividades para fomentar la implicación activa y continua de los estudiantes en los diferentes temas tratados en el curso. El curso contiene dos actividades de aprendizaje bien diferenciadas: clases teóricas, incluyendo discusión y resolución de problemas (3+1 ECTS); estudio y presentación de un trabajo seleccionado (1 ECTS). Estas actividades permitirán que el estudiante adquiera un conocimiento general sobre los temas tratados, una destreza a nivel teórico y fenomenológico en el campo de la física de partículas y la capacidad de resolver problemas

### 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:

El contenido de las clases magistrales que se impartirán a lo largo del curso es el siguiente:

1. Teoría electrodébil: Interacciones. El origen de la masa de las partículas. Ruptura espontánea de simetría en física.
2. Física del sabor: Simetría de sabor y números cuánticos. Leyes de conservación. Corrientes neutras cambiando sabor. Mecanismo de GIM. Matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa matrix (CKM).
3. Física de neutrinos: Masas, mezcla y oscilaciones. Fermiones de Dirac y Majorana. Mecanismo "seesaw". Oscilaciones de neutrinos. Violación de la conservación del número leptónico. Desintegración beta y doble beta.
4. Reglas de Feynman. Observables. Secciones eficaces. Anchuras de desintegración y tiempos de vida.
5. Física de partículas en aceleradores. El gran colisionador hadrónico (LHC): Descubrimiento del Higgs, presente y futuro. Fenomenología del Higgs. Colisiones de iones pesados, violación de CP. Experimentos en física de partículas y aplicaciones.
6. Física más allá del modelo estándar.

##### 2:

Clases interactivas de resolución de problemas.

##### 3:

Trabajo individual y en grupo para la resolución de ejercicios propuestos.

##### 4:

Estudio, elaboración escrita y presentación oral abierta a discusión sobre un trabajo relacionado con uno de los temas tratados en el curso.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario final se fijará en su momento y se anunciará con suficiente antelación.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada