

## Proyecto docente de la asignatura

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible, se debe buscar la máxima presencialidad posible del estudiante siempre respetando las capacidades de los espacios asignados por el centro y justificando cualquier adaptación que se realice respecto a la memoria de verificación. Si la docencia de alguna asignatura fuese en parte online, deben respetarse los horarios tanto de clase como de tutorías). La planificación académica podrá sufrir modificaciones de acuerdo con la actualización de las condiciones sanitarias.

<b>Asignatura</b>	<b>Física de Partículas</b>		
<b>Materia</b>	Aplicación de la Teoría Cuántica de Campos a la Física de Partículas		
<b>Módulo</b>	Física Matemática		
<b>Titulación</b>	<b>Máster en Física</b>		
<b>Plan</b>	617	<b>Código</b>	54438
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	Optativa
<b>Nivel/Ciclo</b>	Máster	<b>Curso</b>	2021-2022
<b>Créditos ECTS</b>	3 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano ( <i>English friendly</i> )		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Manuel Donaire del Yerro		
<b>Departamento(s)</b>	Física Teórica, Atómica y Óptica		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:manuel.donaire@uva.es">manuel.donaire@uva.es</a>		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1 Contextualización

---

La asignatura *Física de Partículas* es una de las optativas del módulo específico de la Mención Física Matemática en la Titulación de Máster en Física. Esta asignatura forma parte del área de Simetrías, Campos y Partículas, junto con las asignaturas de Teoría Cuántica de Campos, Teoría Cuántica de Campos Avanzada, y Topología y Física. En particular, *Física de Partículas* constituye una de las asignaturas introductoria al sub-área de conocimiento Física de Altas Energías.

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre, tras la adquisición de las competencias básicas en el área de Simetrías, Campos y Partícula durante el primer cuatrimestre, y al mismo tiempo que los estudiantes llevan a cabo el Trabajo Fin de Máster.

### 1.2 Relación con otras materias

---

La asignatura de *Física de Partículas* supone una continuación de las asignaturas de Teoría Cuántica de Campos y Teoría Cuántica de Campos Avanzada cursadas por el alumno de Máster en el primer cuatrimestre. Por un lado, el contenido de la asignatura se centrará en las llamadas Teorías de Campos *Gauge*. Por otra parte, se profundizará en los métodos de renormalización y en las técnicas de cálculo de la Matriz de *Scattering*, y se aplicarán dichos métodos a la fenomenología del *Standard Model* de partículas.

Asimismo, la asignatura de *Física de Partículas* guarda relación con las asignatura de Grupos y Álgebras de Lie, Geometría Diferencial, y Análisis Funcional en Mecánica Cuántica, cursadas durante el primer cuatrimestre.

### 1.3 Prerrequisitos

---

- Haber cursado las asignaturas de Teoría Cuántica de Campos y Teoría Cuántica de Campos Avanzada o, en su defecto, contar con los conocimientos básicos de dichas asignaturas.
- Conocimientos necesarios: Teoría Cuántica de Campos, Simetrías del Espacio-Tiempo, Simetrías Discretas, Teorías Gauge, Matriz de Scattering, Diagramas de Feynman, Tecnología de la traza con campos y matrices de Dirac.
- Conocimientos recomendables: Métodos de Renormalización en QFT, Álgebras y Grupos de Lie, Geometría diferencial.



## 2. Competencias

---

### 2.1 Generales

---

- Comprensión de las bases científicas de la computación.
- Capacidad de diseño e integración de sistemas de instrumentación en el ámbito científico y tecnológico.
- Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.
- Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.
- Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.
- Capacidad para optimizar recursos.
- Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.
- Conocimiento de los enfoques de interpretación de resultados físicos de sistemas complejos.
- Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.
- Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento.
- Manejo preciso de la capacidad abstractiva matemática.
- Conocimiento de sistemas físicos avanzados, tanto clásicos como cuánticos, basados en la no linealidad.
- Interpretación de las bases fundamentales de la Física Teórica.

## 2.2 Específicas

---

Las competencias específicas de la asignatura son:

- Desarrollo de la capacidad de abstracción necesaria para identificar las simetrías de una teoría de campos, sus representaciones y sus generadores.
- Aplicación de la intuición necesaria para dar una interpretación física a las simetrías matemáticas de los campos cuánticos, así como a las cantidades integrales asociadas a las mismas.
- Aplicación de la deducción a la interpretación física de la representación diagramática de la expansión perturbativa de diversos observables físicos.
- Aplicación de técnicas de cálculo integral, variacional y funcional a la derivación de ecuaciones de campo, y a la regularización y renormalización de los parámetros de una teoría de campos.

## 3. Objetivos

---

- Reconocer las propiedades de simetría básicas del *Standard Model* de partículas.
- Interpretar apropiadamente los diagramas de Feynman en formalismo Hamiltoniano y Lagrangiano.
- Interpretar apropiadamente el contenido físico de las Teorías de Campo Efectivas en términos de la integración de grados de libertad y de la renormalización de sus parámetros.
- Ser capaz de calcular los observables de una teoría gauge.
- Reconocer la relevancia del Mecanismo de Higgs y de la Ruptura Espontánea de Simetría en el *Standard Model*.
- Ser capaz de calcular, regularizar y renormalizar los elementos de la Matriz de Scattering y otras cantidades físicas relacionadas con la fenomenología de partículas subatómicas.
- Comprender las propiedades más relevantes de las teorías de Electrodinámica Cuántica, Teoría Electrodébil y Cromodinámica Cuántica.



## 4. Contenidos

---

- 1 Introducción: Simetrías gauge y simetrías discretas
  - Intro: Cálculo del momento magnético anómalo del electrón.
  - Teoría de Campos Gauge: Teorías de Yang-Mills. Cargas, corrientes conservadas y generadores de transformaciones gauge.
  - Simetrías discretas, C, P, T.
- 2 Simetrías en el Modelo Standard.
  - Teorema CPT.
  - Simetrías gauge y familias de partículas en el SM.
  - Teorema de Goldstone.
  - Mecanismo de Higgs en Teorías Gauge no abelianas. Ruptura de la Simetría SU(2).
- 3 Teoría Electrodébil (EW)
  - Violación de CP.
  - Isospín, Hipercarga y Ruptura Espontánea de Simetría.
  - La matriz CKM.
  - Procesos leptónicos, semileptónicos y no leptónicos.
- 4 Cromodinámica Cuántica (QCD)
  - Confinamiento y libertad asintótica.
  - Introducción a las simetrías de QCD y modelos efectivos de nucleones.



## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Se impartirán clases expositivas presenciales utilizando el método de la lección magistral participativa. En ellas se expondrán los fundamentos teóricos y prácticos de cada bloque, fomentando la participación y la reflexión durante las sesiones.
- Se propondrán problemas prácticos para su resolución fuera del aula, ya sean de carácter individual o grupal (en parejas). En algunas ocasiones, dichos trabajos irán acompañados de una breve exposición pública en el aula. Se informará a los alumnos de aquellos trabajos y/o exposiciones sujetos a evaluación.
- Se realizarán tutorías grupales o individuales para facilitar el trabajo de la asignatura, resolviendo dudas y apoyando y supervisando el desarrollo de los trabajos personales y/o grupales.

## 6. Material docente

*Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomienda ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.*

### 6.1 Bibliografía básica

- Se entregará una bibliografía completa al inicio de las clases.

Textos fundamentales para toda la asignatura:

- . M. Peskin and D. Schröeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Westview Press, Chicago (1995).
- . C. Itzykson and J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, McGraw-Hill Inc. (1980).
- . J. J. Sakurai, *Advanced Quantum Mechanics*, Addison-Wesley, Boston (1994).
- . P.W. Milonni, *The Quantum Vacuum: an Introduction to QED*, Academic Press Inc. (1994).



. M. Merk, I. Van Vulpen, W. Hulsbergen, *Lecture notes on the Standard Model*, [https://www.nikhef.nl/~ivov/LectureNotes\\_SM\\_and\\_Higgs.pdf](https://www.nikhef.nl/~ivov/LectureNotes_SM_and_Higgs.pdf)

## 6.2 Bibliografía complementaria

- . D. Goldberg, *The Standard Model in a Nutshell*, Princeton University Press.
- . S. Weinberg, *The Quantum Theory of Fields*, Vols. 1 and 2., Cambridge University Press.
- . Pierre Ramond, *Field Theory : A Modern Primer* (Frontiers in Physics Series, Vol .74).

## 6.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

## 7. Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERÍODO DE DESARROLLO
1	0.6	4 horas (aproximadamente)
2	0.8	6 horas (aproximadamente)
3	1.0	8 horas (aproximadamente)
4	0.6	4 horas (aproximadamente)

## 8. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas	22	Estudio y trabajo autónomo individual	45
Total presencial	<b>22</b>	Total no presencial	<b>45</b>

## 9. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO /PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación de los contenidos teórico prácticos mediante pruebas escritas y exposiciones periódicas llevadas a cabo durante el curso.	30%	Las exposiciones de dichos trabajos serán breves y se llevarán a cabo en el aula. Dichas exposiciones podrán ser de carácter individual y/o grupal (en parejas).
Resolución de problemas prácticos relacionados con la asignatura que les serán entregados a los alumnos al finalizar las clases presenciales.	70%	La resolución de dichos problemas se llevará a cabo fuera del aula, y se entregará por escrito en la fecha fijada por la convocatoria. Se entiende que su realización ha de ser individual.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 5/10 como resultado de la suma ponderada de las calificaciones en las pruebas descritas en la tabla de evaluación.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Consistirá en la resolución de dos problemas prácticos relacionados con la asignatura que les serán entregados a los alumnos al menos una semana antes de la fecha de la convocatoria extraordinaria. Los alumnos deberán entregar con anterioridad a dicha fecha la resolución a los problemas por escrito, y exponerla en el aula designado para la convocatoria extraordinaria en la fecha y hora fijadas. Peso de la resolución escrita: 70%; peso de la exposición de la resolución: 30%. Nota: Si la evaluación hubiese de tener lugar de manera telemática, la resolución escrita de los problemas pasaría a constituir el 100% de la nota en convocatoria extraordinaria.
  - Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 5/10 como resultado de la suma ponderada de las calificaciones en las pruebas escrita y expositiva descritas anteriormente.





## 10. Consideraciones finales

Los contenidos del apartado 1 estarán sujetos a variación, pudiendo ser modificados a fin de adaptarlos a los conocimientos previos de los estudiantes. Los contenidos del apartado 4 podrían resultar condensados si la falta de tiempo lo hiciese necesario.

