



FICHA IDENTIFICATIVA

DATOS DE LA ASIGNATURA

Código: 43294
Nombre: Interacciones electro-débiles
Ciclo: Máster Universitario Oficial
Créditos ECTS: 6
Curso académico: 2025-26

TITULACIONES

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Facultat de Física	1	Primer cuatrimestre

MATERIAS

Titulación	Materia	Carácter
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Interacciones fundamentales	OPTATIVA

COORDINACIÓN

NEBOT GOMEZ MIGUEL RUBEN

RESUMEN

En la asignatura Interacciones electrodébiles estudiaremos la fenomenología de las interacciones débiles partiendo de la teoría de contacto de Fermi. Abordaremos las limitaciones de la misma y la introducción de bosones vectoriales mediadores. Introduciremos el principio de simetría gauge local, sus consecuencias más relevantes, y cómo determina la forma de las interacciones. Analizaremos la rotura espontánea de una simetría global y el teorema de Goldstone. Analizaremos la rotura de una simetría local y la generación de masas de los bosones vectoriales mediadores. Estudiaremos la simetría electrodébil y el papel del doblete escalar de Higgs en su rotura y la generación de masas de los fermiones. Abordaremos diversos aspectos fenomenológicos de la teoría electrodébil: desintegraciones de bosones gauge W y Z, del quark top y del bosón de Higgs; producción de bosones gauge W y Z y del bosón de Higgs; la matriz de mezcla de Cabibbo, Kobayashi y Maskawa, la física de sabor y violación de CP. Introduciremos aspectos de la física del neutrino: masas y oscilaciones.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS DE LA MISMA TITULACIÓN

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

OTROS TIPOS DE REQUISITOS



COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

-

Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

Comprender la teoría electro-débil. Comprender como las interacciones pueden unificarse a partir de las cargas responsables.

Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Conocer y saber utilizar la invariancia de gauge local como punto de partida en la formulación de las interacciones fundamentales.

Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.

Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.

Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área de la Física.

Ostentar la preparación para tomar decisiones correctas en la elección de tareas y en su ordenación temporal en su labor investigadora y/o profesional.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de



problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.

Saber construir modelos de acuerdo con el contenido en partículas y en simetrías de la teoría. Analizar y comprender los límites de validez de las teorías físicas.

Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.

Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Fenomenología de las interacciones débiles

La interacción de contacto corriente-corriente de Fermi. Corrientes cargadas V-A. Violación de C y P. Procesos leptónicos, semi-leptónicos y no-leptónicos. Reglas de selección hadrónicas.

2. Pasos hacia la unificación electrodébil

Limitaciones de la teoría de contacto V-A. Unitariedad. Bosones vectoriales mediadores. Corrientes neutras y unificación de las interacciones débiles y electromagnéticas.

3. Invariancia "gauge"

Electrodinámica cuántica: invariancia gauge U(1). Derivada covariante e interacciones. Simetrías.

Invariancia gauge no-abeliana. auto-interacciones.

Teoría gauge SU(2) x U(1) para fermiones quirales.

Acoplamientos de corrientes cargadas.

Mezcla electrodébil, corrientes neutras y acoplamientos.



4. Rotura de simetría

Rotura espontánea de simetrías globales: bosones de Goldstone.
Rotura espontánea de simetrías locales: masas de bosones gauge.
El sector escalar de la teoría gauge electrodébil $SU(2) \times U(1)$.
Las masas de los bosones gauge W y Z. Gauge unitario.
El bosón de Higgs. Acoplamientos Higgs-bosón gauge. Autoacoplamientos del Higgs.

5. Completando la teoría electrodébil

Acoplamientos escalar-fermión (Yukawa).
Estados fermiónicos propios de masa. Acoplamientos Higgs-fermión.
Corrientes cargadas y neutras.
Mezcla de fermiones. La matriz CKM.
Propiedades bajo C, P y CP de las interacciones de fermiones.
Elección de gauge y reglas de Feynman.

6. Fenomenología del Modelo Estándar

Desintegraciones de bosones gauge Z y W. Desintegraciones del quark top. Desintegraciones del bosón de Higgs.
Producción de bosones gauge Z y W.
Producción del bosón de Higgs.
Sabor y violación de CP.
Sistemas de mesones neutros, el descubrimiento de la violación de CP.
El mecanismo GIM.
Más mesones neutros.

7. Neutrinos

Fermiones de Dirac, Weyl, Majorana.
Masas de neutrinos.
Oscilaciones de neutrinos.

8. Conceptos avanzados

Anomalías.
Física más allá del Modelo Estándar.

VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

ACTIVIDADES PRESENCIALES



Actividad	Horas
Teoría	40,00
Seminario	3,00
Otras actividades	3,00
Total horas	46,00

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	21,00
Estudio y trabajo autónomo	0,00
Preparación de clases	43,00
Preparación de actividades de evaluación	0,00
Resolución de casos prácticos	40,00
Total horas	104,00

METODOLOGÍA DOCENTE

Los contenidos de la asignatura se abordarán principalmente a través de sesiones teóricas participativas (MD1), complementadas por discusión de artículos (MD2) y sesiones dedicadas a la resolución de problemas (MD3 y MD4).

EVALUACIÓN

La evaluación tendrá tres componentes:

- Exámenes escritos sobre las clases de teoría y problemas, con un peso del 45% de la nota final (SE1).
- Evaluación continua de la asistencia participativa en las clases de teoría y problemas, con un peso del 5% de la nota final (SE3).
- Evaluación de las actividades no presenciales mediante entrega de cuestiones y problemas resueltos, con un peso del 50% de la nota final (SE5).

Para superar la asignatura la nota final debe ser igual o superior a 5/10.

Este sistema de evaluación se aplicará tanto a la primera como a la segunda convocatoria.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

- Schwartz M.D., Quantum Field Theory and the Standard Model (Cambridge UP 2014).
- Langacker P., The Standard Model and Beyond, 2ª edición (CRC 2017).



- Pich, A., The Standard Model of Electroweak Interactions, <https://arxiv.org/abs/1201.0537> .

Complementaria

- Aitchison I.J.R., Hey A.J.G., Gauge Theories in Particle Physics, A Practical Introduction, Vol. 1 From Relativistic Quantum Mechanics to QED, 4ª edición (CRC 2013).

- Aitchison I.J.R., Hey A.J.G., Gauge Theories in Particle Physics, A Practical Introduction, Vol. 2 Non-Abelian Gauge Theories QCD and The Electroweak Theory, 4ª edición (CRC 2013).

- Bailin D., Love A., Introduction to Gauge Field Theory (CRC 1993-2021).

- Burgess C.P., Moore G.D., The Standard Model, a Primer (Cambridge UP 2007).

- Cheng T.P., Li L.F., Gauge Theory of elementary particle physics (Oxford UP 1988).

- Cheng T.P., Li L.F., Gauge Theory of Elementary Particle Physics, Problems and Solutions (Oxford UP 2000).

- Goldberg D., The Standard Model in a Nutshell (Princeton UP 2017).

- Greiner W., Muller B., Gauge theory of weak interactions, 3ª edición (Springer 2000).

- Gross F., Relativistic Quantum Mechanics and Field Theory (Wiley VCH 2004).

- Iliopoulos J., Tomaras T.N., Elementary Particle Physics, The Standard Theory (Oxford UP 2021).

- Maiani L., Electroweak interactions (CRC 2016).

- Paschos E.A., Electroweak theory (Cambridge UP 2007).

- Peskin M.E., Schroeder D.V., An introduction to quantum field theory (Perseus 1995).

- Weinberg S., The Quantum Theory of Fields I, Foundations (Cambridge UP 1995).

- Weinberg S., The Quantum Theory of Fields II, Modern Applications (Cambridge UP 1996).

- Quevedo, F., Schachner A., Cambridge Lectures on The Standard Model, <https://arxiv.org/abs/2409.09211> .

- Tong D., The Standard Model, <https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/sm/standardmodel.pdf> .



- Romao J.C., Silva J.P., A resource for signs and Feynman diagrams of the Standard Model, Int.J.Mod. Phys.A 27 (2012) 1230025, <https://arxiv.org/abs/1209.6213> .