



FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	43295
Nombre	Interacciones fuertes
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2022 - 2023

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2150 - M.U. en Física Avanzada 12-V.2	Facultad de Física	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
2150 - M.U. en Física Avanzada 12-V.2	2 - Interacciones fundamentales	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
PAPAVASSILIOU, JOANNIS	185 - Física Teórica

RESUMEN

En la asignatura **Interacciones fuertes** el alumno o alumna aprenderá una plétora de conceptos básicos y técnicas relacionadas con la Cromodinámica Cuántica (QCD). Estudiaremos el Lagrangiano de QCD, su cuantización con las integrales de camino, y deduciremos las reglas de Feynman que describen las interacciones entre gluones, quarks, y fantasmas. Resultados a un lazo se van a calcular en detalle, y se introducirán los conceptos asociados con la renormalización y la libertad asintótica. Se va a presentar una breve introducción a técnicas no perturbativas.

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

Teoría Cuántica de Campos

COMPETENCIAS

2150 - M.U. en Física Avanzada 12-V.2

- 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 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 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.
- 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
- 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.
- Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.
- Saber organizarse para planificar y desarrollar el trabajo dentro de un equipo con eficacia y eficiencia.
- 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.
- Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.
- 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.



- Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.
- Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.
- Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.
- Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.
- Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.
- Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.
- Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo 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.
- Conocer y saber utilizar la invariancia de gauge local como punto de partida en la formulación de las interacciones fundamentales.
- Comprensión de las propiedades fundamentales de la interacción fuerte (confinamiento, libertad asintótica y simetría quiral) y su relación con la distancia.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje el estudiante habrá aprendido a:

1. Seleccionar y utilizar correctamente distintas fuentes de información tanto en formato tradicional como electrónico. Saber usar las bases de archivos propias del campo: inspire, spires, arXiv.
2. Manejar e interpretar correctamente datos físicos cuantitativos y cualitativos para convertirlos en información útil para la construcción o verificación de teorías físicas.
3. Analizar información de los sistemas físicos.
4. Preparar documentos e informes presentados en un texto escrito de forma comprensible organizada, documentada e ilustrada.
5. Articular un discurso oral, estructurado, coherente, con buena dicción y empleo de vocabulario técnico.
6. Ser capaz de argumentar y contra argumentar en el campo de la física teórica.
7. Utilizar el formalismo de la teoría cuántica de campos para formalizar matemáticamente modelos físicos.
8. Describir los procesos de colisión y de desintegración de partículas más allá del nivel árbol. Ser capaz de predecir cantidades físicas (secciones eficaces, vidas medias,...) de partículas a partir de una teoría dada.
9. Formular una teoría de partículas relativista. Conocer y saber utilizar la invariancia de gauge local como punto de partida en la formulación de las interacciones fundamentales.



10. 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, teniendo un conocimiento extenso del Modelo Estándar de la Física de Partículas.
11. Comprender los elementos fundamentales de la teoría electro-débil. Comprender como las interacciones pueden unificarse a partir de las cargas responsables. Comprender el papel de la ruptura espontánea de simetría en la generación de las masas de las partículas.
12. Comprender las propiedades fundamentales de la interacción fuerte (confinamiento, libertad asintótica y simetría quiral) y su relación con la distancia. Describir la estructura hadrónica.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Quarks y color

El modelo quark. Color. Jets. Confinamiento. Libertad asintótica.

2. El Lagrangiano de QCD

Simetría de gauge. QED. Teoría gauge $SU(N)$. Gluones. Simetrías globales

3. Cuantización covariante -- construcción de Faddeev-Popov

Introducción a la cuantización con integrales de camino. Fijación del gauge y fantasmas. Reglas de Feynman de QCD

4. Renormalización

Regularización dimensional y parametrización de Feynman. Auto-energías del gluón, fantasma, y quark.

5. Renormalización de QCD

Clasificación de divergencias. Cálculo de diagramas superficialmente divergentes. Renormalización.

6. Grupo de Renormalización

Acoplamiento efectivo. Libertad asintótica. Dimensiones anómalas. Masas de quarks.

**7. Simetría BRST**

Simetría BRST. Derivación de las identidades de Slavnov-Taylor.
Comparación con las identidades de Ward-Takahashi.

8. Teorema óptico y fantasmas

El teorema óptico en general. El caso de gluones como estados externos y el papel de los fantasmas.

9. Aspectos no perturbativos

Formulación de las teorías gauge en el retículo.
Introducción a las ecuaciones de Schwinger-Dyson.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	40,00	100
Seminarios	3,00	100
Otras actividades	3,00	100
Elaboración de trabajos en grupo	10,00	0
Elaboración de trabajos individuales	11,00	0
Preparación de clases de teoría	43,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	40,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD2 - Discusión de artículos (lecturas).

MD3 – Resolución de problemas.

MD4 – Problemas

MD8 – Conferencias de expertos



EVALUACIÓN

SE1 – Exámenes escritos sobre las clases de teoría y prácticas: basados en los resultados del aprendizaje y en los objetivos específicos de cada asignatura (50%).

SE5 – Evaluación de las actividades no presenciales relacionadas con las clases de teoría y prácticas: boletines de problemas entregados (50%).

REFERENCIAS

Básicas

- P. Pascual y R. Tarrach, QCD: Renormalization for the Practitioner, Springer-Verlag, 1984.
- F. J. Yndurain, The theory of Quark and Gluon Interactions, 4Ed, Springer-Verlag, 2006, ISBN 354033209X.
- T. Muta, Foundations of Quantum Chromodynamics, World Scientific, 1987