FICHA IDENTIFICATIVA

DATOS DE LA ASIGNATURA

Código: 43293
Nombre: Teoría cuántica de campos II
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

NAVARRO SALAS JOSE

RESUMEN

En esta asignatura los alumnos y alumnas profundizarán en aspectos avanzados de la Teoría Cuántica de Campos. El curso cubre los siguientes temas generales: i) QFT con fuentes externas y creación de partículas, ii) Regularización y renormalización en QFT, grupo de renormalización. iii) Métodos de integración funcional en QFT. Simetrías, identidades de Ward y anomalías. iv) Divergencias a 1-lazo y renormalización de QED. v) Teorías gauge no-abelianas. Cuantización perturbativa.

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

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

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.

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. QFT and particle creation by external sources

Canonical quantization. Vacuum energy. Quantum fields under external conditions. Scalar and electromagnetic sources. Particle creation and the Schwinger effect. QFT in an expanding universe. Particle creation and the frequency-mixing mechanism. Black holes and the Hawking effect.

2. Operator approach to QFT. Regularization and renormalization. Renormalization group.

S matrix and time-ordered products. LSZ reduction formula. Perturbative expansion. Feynman rules. The Kallen-Lehmann spectral representation. One-loop divergences in scalar field theories. Dimensional regularization. Schwinger-Feynman parametrization. UV divergences and power counting.
Renormalized perturbation theory. Counterterms and renormalization schemes. On-shell and Minimal subtraction schemes. Coupling constant, mass, and wave-function renormalization. Renormalization group.

Beta functions, anomalous dimensions. Running coupling constants.

3. Functional integral approach to QFT. Symmetries, Ward identities and anomalies

Generating functional. Functional integral. Interactions and Feynman rules. Complements. path integrals in

quantum mechanics. Gaussian integrals. Gauge invariance. Path integrals for fermions. Path integrals for spin 1 fields. Faddeed-Popov method. Ghost fields. Schwinger-Dyson equations. Symmetries in QFT. Ward identities. Anomalies

4. One-loop divergences and renormalization of QED

Detailed one-loop calculations in QED: vacuum polarization, electron-self-energy, electron-photon vertex. Ward identity.

5. Non-abelian gauge theories. Perturbative quantization

Basic facts about Lie algebras and representations. Non-Abelian gauge theories. Yang-Mills Lagrangian and theta angle. Gauge redundancies and gauge fixing. Quantization of gauge fields by the Faddeed-Popov method. Ghost fields. Feynman rules for gauge theories. BRS symmetry. Renormalization of gauge theories. Beta function of SU(N) Yang-Mills theory.

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

1) Lecciones teóricas, en forma de clases magistrales participativas.

2) Resolución de ejercicios guiados para reforzar y prácticar las lecciones teóricas.

EVALUACIÓN

La evaluación estará basada en

1) Resolución de ejercicios propuestos durante el desarrollo del curso (con un peso del 50%)

2) Un examen final, consistente de un conjunto de ejercicios y cuestiones a resolver y discutir (con un peso del 50%). Usualmente, y por la extensión de los ejercicios, será en forma de un <<take-home-exam>>.

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

BIBLIOGRAFÍA

- T.P Cheng and L.-F.Li, Gauge theory of elementary particle Physics, 1984, Oxford University Press.
- C. Itzykson and J.B. Zuber, "Quantum Field Theory", McGraw-Hill, 1980
- M. E. Peskin and D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Reading, MA: Addison-Wesley (1995).
- M. D. Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model, Cambridge University Press, 2014
- M. Srednicki, Quantum Field Theory, Cambrdige University Press (2007)
- A. Zee, Quantum Field Theory in a nutshell, Princenton University Press, 2010