Guía docente de la asignatura

Introducción a la Teoría de Campos Cuánticos (M53/56/3/27)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 02/07/2025

Máster	Máster Universitario en Física y Matemáticas - Fisymat
MÓDULO	Módulo IV : Física Teórica y Matemática
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Segundo	**Créditos**	6	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se requieren conocimientos de mecánica analítica y mecánica cuántica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

- Cuantización del campo de radiación. Invariancia gauge. Fotones. Emisión espontánea. Efecto Casimir.
- Teoría clásica de campos. Invariancia relativista. Acción y formulación lagrangiana.
- Cuantización de los campos de Klein-Gordon, Dirac y Maxwell. Ecuaciones de movimiento. Propagador de Feynman.
- Interacción entre campos cuánticos. Matriz S y sus simetrías. Unitaridad. Teorema de Wick.
- Teoría de perturbaciones. Diagramas y reglas de Feynman. Procesos elementales. Representación de Lehmann y fórmulas de reducción.
- Formulación funcional. Renormalización perturbativa y no perturbativa.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:56
Código seguro de verificación (CSV): FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1 Pág. 1 de 7

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los 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.
- CB8 - Que los 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.
- CB9 - Que los 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.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG02 - Capacidad de generar y desarrollar de forma independiente propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional en el ámbito científico de la Física y Matemáticas
- CG05 - Adquirir la capacidad de desarrollar un trabajo de investigación científica de forma independiente y en toda su extensión. Ser capaz de buscar y asimilar bibliografía científica, formular las hipótesis, plantear y desarrollar problemas y elaborar de conclusiones de los resultados obtenidos

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE02 - Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas
- CE04 - Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos físicos avanzados, y profundizar en los distintos campos de la física y astrofísica
- CE06 - Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de resultados e ideas nuevas y complejas en el campo de la astrofísica, física, matemáticas y biomatemáticas
- CE07 - Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1
06/05/2026 - 10:56
Pág. 2 de 7

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Fomentar el espíritu innovador, creativo y emprendedor
- CT03 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica
- CT05 - Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los 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.
- CB8 - Que los 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.
- CB9 - Que los 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.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG02 - Capacidad de generar y desarrollar de forma independiente propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional en el ámbito científico de la Física y Matemáticas
- CG05 - Adquirir la capacidad de desarrollar un trabajo de investigación científica de forma independiente y en toda su extensión. Ser capaz de buscar y asimilar bibliografía científica, formular las hipótesis, plantear y desarrollar problemas y elaborar de conclusiones de los resultados obtenidos

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE02 - Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas
- CE04 - Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos físicos avanzados, y profundizar en los distintos campos de la física y astrofísica
- CE06 - Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de resultados e ideas nuevas y complejas en el campo de la astrofísica, física, matemáticas y biomatemáticas

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1
06/05/2026 - 10:56
Pág. 3 de 7

- CE07 - Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Fomentar el espíritu innovador, creativo y emprendedor
- CT03 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica
- CT05 - Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Entender la cuantización de teorías de campos sin interacción con distintos espines.
- Extraer las simetrías de una teoría de campos cuánticos y sus modos de realización en la naturaleza.
- Saber manipular diagramas de Feynman.
- Saber calcular amplitudes de probabilidad de procesos elementales mediante un lagrangiano efectivo.
- Entender los mecanismos involucrados en el proceso de renormalización perturbativa y no perturbativa.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. Teoría clásica de campos. Invariancia Poincaré. Formalismo lagrangiano y hamiltoniano. Simetrías.
2. Campo de radiación. Partículas idénticas. Ecuaciones de Maxwel e invariancia gauge. Cuantización del campo de radiación, fotón. Efecto Casimir. Interacción radiación-materia.
3. Campo de Klein-Gordon. Campos real y complejo. Cargas conservadas. Simetrías internas y discretas. Relaciones de conmutación covariantes. Localizabilidad de partículas. Conexión espín-estadística. Representación de Schrödinger.
4. Campo de Dirac. Ecuación de Weyl. Campo de Majorana. Campo de Dirac. Soluciones tipo

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:56
Código seguro de verificación (CSV): FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1 Pág. 4 de 7

onda plana. Relaciones de conmutación no covariante. Simetrías discretas.

5. Campos con interacción. Funciones de Green. Representación de Lehman. Funcional generador. Formulación funcional. Teorema de Wick. Campo libre en presencia de una corriente.

6. Teoría de perturbaciones. Fórmula de Gell-Mann—Low. Diagramas de Feynman. Teoría φ^4. Ecuaciones de Schwinger-Dyson. Acción efectiva.

7. Matriz S. Fórmulas de reducción. Anchura de una partícula. Interacción potencial.

8. Teoría de campos en espaciotiempo euclídeo. Rotación de Wick. Espacio euclídeo. Mecánica estadística y temperatura finita.

9. Renormalización. Esquemas de regularización. Renormalización perturbativa y no perturbativa. Grupo de renormalización.

PRÁCTICO

- Problemas y ejercicios sobre los temas teóricos
- Seminarios/Talleres

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

1. K. Huang, Quantum field theory: from operators to path integrals, John Wiley and Sons, 1998.

2. F. Mandl y G. Shaw, Quantum field theory, John Wiley, 1993.

3. T. Banks, Modern Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 2008.

4. M. Srednicki, Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 2007.

5. M. Peskin and D. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Westview Press, 1995.

6. C. Itzykson y J-B. Zuber, Quantum field theory, McGraw-Hill Book Company, 1980

7. S. Weinberg, The quantum theory of fields (vols. 1 y 2), Cambridge University Press, 1995.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1
06/05/2026 - 10:56
Pág. 5 de 7

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. A. Zee, Quantum Field Theory in a Nutshell, Princeton, 2003.
2. J. C. Collins, Renormalization, Cambridge, 1984.
3. W. Greiner and J. Reinhardt, Field quantization, Springer-Verlag, 1996.
4. W. Greiner and J. Reinhardt, Quantum electrodynamics, Springer-Verlag, 2003.

ENLACES RECOMENDADOS

https://www.ugr.es/local/salcedo/public/

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 Seminarios
- MD05 Tutorías académicas
- MD06 Realización de trabajos individuales o en grupos

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

- E1 Valoración de las pruebas, ejercicios, prácticas o problemas realizados individualmente o en grupo a lo largo del curso (60%)
- E3 Realización de exámenes parciales o finales escritos (20%)
- E4 Valoración de la asistencia y participación del alumno en clase y en los seminarios, y sus aportaciones en las actividades desarrolladas (20%)

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1
06/05/2026 - 10:56
Pág. 6 de 7

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Examen sobre temas de la asignatura (teoría y/o problemas)

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La evaluación única final consistirá en un examen sobre temas de la asignatura (teoría y/o problemas).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): **FF4A61EA3BB634A31406DF2DCA437EA1**
06/05/2026 - 10:56
Pág. 7 de 7