



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
Código: 32550
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física Teórica
Nivel: Máster
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Teoría Cuántica de Campos / Quantum Field Theory

1.1. Código / Course number

32550

1.2. Materia / Content area

Física Teórica / Theoretical Physics

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

Este curso es obligatorio sólo para la especialidad de “Partículas Elementales y Cosmología” / This course is compulsory only for the branch on “Elementary Particles and Cosmology”

1.4. Nivel / Course level

Máster / Master (second cycle)

1.5. Curso / Year

1º / 1st

1.6. Trimestre / Trimester

1º trimestre / 1st trimester

1.7. Idioma / Language

Ingles/ English, se permiten preguntas, ejercicios y examen escrito en español

1.8. Número de créditos / Credit allotment

6 créditos ECTS / 6 ECTS credits



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
Código: 32550
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física Teórica
Nivel: Máster
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

1.9. Requisitos previos / Prerequisites

Dominio sólido de los contenidos del grado/licenciatura de Física en sus versiones más teóricas o conocimientos equivalentes. En particular, se supone que el alumno ha seguido cursos previos de Mecánica Lagrangiana, Mecánica Cuántica, Electromagnetismo, Relatividad Especial en el formalismo covariante.

1.10. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia es obligatoria / Attendance is mandatory

1.11. Datos del equipo docente / Faculty data

Docente(s) / Lecturer(s): José L. F. Barbon (coordinador)
Institute of Theoretical Physics UAM/CSIC
Despacho / Office: IFT Building 203
Teléfono / Phone: +34 91 2999 849
Correo electrónico/Email: jose.barbon@uam.es
Página web/Website: <http://www.ift.uam-csic.es/en/members?class=35>
Horario de atención al alumnado/Office hours: upon appointment

1.12. Objetivos del curso / Course objectives

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:

Introducción de los conceptos básicos de la teoría cuántica de campos como marco teórico fundamental de la física de partículas elementales.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del curso:

COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES:

CG3 - Manejar las principales fuentes de información científica, siendo capaces de buscar información relevante a través de internet, de las bases de datos bibliográficas y de la lectura crítica de trabajos científicos, conociendo la bibliografía especializada en Física Teórica: Partículas Elementales, Cosmología y Astrofísica.



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
Código: 32550
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física Teórica
Nivel: Máster
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

CG1 - Desarrollar destrezas teóricas y experimentales que permitan aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos adquiridos y relacionados con los retos que actualmente plantea la sociedad en lo referente a la Física Teórica: Partículas Elementales, Cosmología y Astrofísica.

CB6 - 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.

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.

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 ESPECÍFICAS:

CE6 - La adquisición de conocimientos avanzados, tanto desde el punto de vista teórico (nuevos conceptos y teorías, desarrollos formales, herramientas matemáticas avanzadas, etc) como experimental (resultados experimentales que han conducido a nuevas teorías, técnicas experimentales avanzadas, etc), en la física de partículas, astrofísica y cosmología.

CE7 - La adquisición de conocimientos en la vanguardia de la investigación en las áreas de física de partículas, astrofísica y cosmología: teorías y experimentos actualmente en desarrollo, problemas abiertos de las teorías consolidadas, y nuevas áreas de investigación resultantes de la interconexión de diferentes disciplinas.

CE8 - La capacidad para realizar un análisis crítico de una teoría o experimento reciente o de vanguardia en las áreas de física de partículas, astrofísica y cosmología, basándose en la consistencia lógica del desarrollo formal, la rigurosidad de las técnicas (matemáticas o experimentales) empleadas, y la consistencia con los conocimientos previos. Asimismo, la capacidad de síntesis de nuevas ideas y técnicas (tanto teóricas como experimentales) para abordar los problemas abiertos de las teorías consolidadas en la física de partículas, astrofísica y cosmología.

CE9 - La capacidad de comunicar los conocimientos avanzados en la física de partículas, astrofísica y cosmología: descripción del fenómeno tanto desde un



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
 Código: 32550
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Física Teórica
 Nivel: Máster
 Tipo: Obligatorio
 Nº de créditos: 6

punto de vista teórico (conceptos, desarrollos formales, técnicas matemáticas) como experimental (resultados obtenidos de las observaciones, técnicas utilizadas) y su comprensión en el contexto de las teorías ya consolidadas.

CE10 - La capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en la física de partículas, astrofísica y cosmología, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas matemáticas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

1.13 Contenidos del programa / **Course contents**

Consecuencias básicas del emparejamiento entre la relatividad y la mecánica cuántica. Equivalencia formal entre un campo cuántico y un sistema de partículas relativistas. Desarrollo de la teoría perturbativa, basada en los diagramas de Feynman, empezando por el caso de un campo escalar. Generalización a partículas de espín $1/2$ y espín 1 . QED y cálculo de procesos elementales en esta teoría hasta el primer orden cuántico.

1. Introducción general

- A. Relatividad y Mecánica Cuántica como base de la física. Unidades naturales y escalas fundamentales de la física
- B. Repaso de mecánica clásica de partículas y campos. Lagrangianos y simetrías. Espacio-tiempo.
- C. Repaso de mecánica cuántica. Estados, observables, simetrías. Integral de Feynman sobre historias. El oscilador armónico y el Qbit

2. Partículas cuánticas versus campos cuánticos

- A. Teoría cuántica de multipartículas y campos cuánticos
- B. Necesidad de campos locales en teorías de partículas relativistas
- C. Existencia de antimateria y conexión espín-estadística
- D. Cuantización de un campo escalar libre



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
 Código: 32550
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Física Teórica
 Nivel: Máster
 Tipo: Obligatorio
 Nº de créditos: 6

- B. Partículas como modos normales
 - C. Estructura del vacío en fluctuaciones y correlaciones cuánticas
3. Interacciones
- A. Imagen de interacción y matriz S
 - B. Diagramas de Feynman
 - C. Funciones de correlación, integral funcional y expansión perturbativa
 - D. Divergencias, renormalización y su interpretación física
4. Partículas y campos con espín
- A. Partículas y grupo de Poincaré
 - B. Campos y grupo de Lorentz
 - C. Formalismo de Dirac para espín 1/2. Conexión espín estadística. Simetrías discretas C, P y T
 - D. Lagrangianos para campos de espín 1/2. Integral funcional y reglas de Feynman
 - E. Partículas de espín 1 y redundancia gauge
 - F. Partículas de espín 2 y principio de equivalencia
5. QED
- A. Lagrangiano y reglas de Feynman
 - B. Amplitudes y secciones eficaces para algunos procesos elementales.
 - C. Algunos cálculos a un loop: efecto Casimir y renormalización de la carga

1.14 Referencias de consulta / [Course bibliography](#)

1. *An Introduction to Quantum Field Theory*, M.E. Peskin and D.V. Schroeder. Addison-Wesley Pub. Co. (1995).
2. *The Quantum Theory of Fields, Vols. I and II*, S. Weinberg. Cambridge Univ Press (1995).



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
 Código: 32550
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Física Teórica
 Nivel: Máster
 Tipo: Obligatorio
 Nº de créditos: 6

3. *Quantum Field Theory in a Nutshell*, A. Zee. Princeton University (2003).
4. *Quantum Field Theory*, M. Srednicki. Cambridge Univ Press (2007).
5. *Modern Quantum Field Theory*, T. Banks. Cambridge Univ Press (2008).
6. *Quantum Field Theory*, C. Itzykson and J.B. Zuber. McGraw Hill (1980).
7. *Field Theory: a Modern Primer*, P. Ramond. Benjamin (1981).
8. *Quantum Field Theory and the Standard Model*, M. Schwartz. Cambridge Univ Press (2013)
9. *Quantum Field Theory for the Gifted Amateur*, S. Blundell and T. Lancaster, Oxford Univ Press (2015).
10. *An Invitation to Quantum Field Theory*, L. Alvarez-Gaume and M. Vazquez Mozo, Springer (2011)
11. *The conceptual framework of quantum field theory*, A. Duncan, Oxford Univ Press (2017)
12. *QED: the strange theory of light and matter*, R. Feynman. Princeton U. Press (1988). Versión castellana en Alianza Editorial.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Lecciones magistrales y trabajo tutelado.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	40 h	44.00%
	Clases prácticas	4 h	
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	20 h	
	Realización del examen final	1/2 h (%)	
No presencial	Trabajo personal y otras actividades	84 h (%)	56.00%
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	100.00%



Asignatura: Teoría Cuántica de Campos
 Código: 32550
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Física Teórica
 Nivel: Máster
 Tipo: Obligatorio
 Nº de créditos: 6

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Realización de trabajos y ejercicios 70 %. Habrá un examen oral individual que cuenta aproximadamente el 30% de la nota final. En la convocatoria extraordinaria la evaluación depende al 100% de la nota de un examen global.

Cronograma* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Capítulo I:	4 teóricas	
2-3	Capítulo II	6 teóricas	
3-6	Capítulo III	10 teóricas	
6-9	Capítulo IV	12 teóricas	
9-11	Capítulo V	8 teóricas + 4 practicas	