VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Guía Docente
34272 Teoría Cuántica de Campos

FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	34272
Nombre	Teoría Cuántica de Campos
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2024 - 2025

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1105 - Grado en Física	Facultad de Física	4	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
1105 - Grado en Física	16 - Complementos de Física	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
GONZALEZ ALONSO, MARTIN	185 - Física Teórica
PICH ZARDOYA, ANTONIO	185 - Física Teórica

RESUMEN

La Teoría Cuántica de Campos unifica en un mismo marco conceptual los principios de la mecánica cuántica y la relatividad especial. Es el formalismo adecuado para describir la física microscópica (distancias pequeñas, altas energías) y, por lo tanto, para abordar el estudio de la materia a su nivel más básico. Esta asignatura proporciona una introducción a la Teoría Cuántica de Campos y su aplicación en la física de las partículas elementales, ofreciendo una visión global de la Teoría Estándar de las interacciones fundamentales (excluyendo la gravitación) y de sus éxitos fenomenológicos. Se discuten los problemas conceptuales que aparecen al combinar física cuántica y relatividad, y la necesidad de un formalismo de muchas partículas. Se desarrolla el formalismo básico de la Teoría de Campos, enfatizando el papel de las simetrías, y se presentan algunas aplicaciones simples en Electrodinámica, Cromodinámica y Teoría Electrodébil. Se pretende que el estudiante se familiarice con las interacciones fundamentales entre los constituyentes de la materia y que llegue a calcular procesos elementales al orden más bajo en teoría de perturbaciones.

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

Los conocimientos previos necesarios para el desarrollo de la asignatura los desglosaremos en dos grupos:

* Conocimientos matemáticos:
1. Espacios vectoriales. Métrica y producto escalar.
2. Operadores lineales.
3. Transformadas de Fourier.
4. Delta de Dirac.
5. Análisis matemático de variable compleja.

* Conocimientos físicos:
1. Mecánica Hamiltoniana y Lagrangiana.
2. Mecánica Cuántica.
3. Relatividad Especial. Transformaciones de Lorentz.
4. Campos eléctricos y magnéticos: ra

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

1105 - Grado en Física

- Poseer y comprender los fundamentos de la Física en sus aspectos teóricos y experimentales, así como el bagaje matemático necesario para su formulación.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos a la actividad profesional, saber resolver problemas y elaborar y defender argumentos, apoyándose en dichos conocimientos.
- Ser capaz de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.
- Resolución de problemas: Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una percepción de las situaciones que son físicamente diferentes pero que muestran analogías, permitiendo, por lo tanto, el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- Modelización y resolución de problemas: Ser capaz de identificar los elementos esenciales de un proceso/situación y de establecer un modelo de trabajo del mismo. Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable. Pensamiento crítico para construir modelos físicos.

- Cultura General en Física: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la Física y con enfoques que abarcan y relacionan diferentes áreas de la Física, así como relaciones de la Física con otras ciencias.
- Investigación básica y aplicada: Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación Física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en Física es aplicable a muchos campos diferentes, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes
- Destrezas generales y específicas en lenguas extranjeras: Haber mejorado el dominio del inglés (o de otra lengua extranjera de interés) a través de: acceso a bibliografía fundamental, comunicación oral y escrita (inglés científico-técnico), cursos, estudios en el extranjero, reconocimiento de créditos en universidades extranjeras etc.
- Búsqueda de bibliografía: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.
- Capacidad de aprendizaje: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos de la Física y de la ciencia y tecnología en general, a través del estudio independiente.
- Comunicación oral y escrita: Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones mediante la argumentación y el razonamiento propios de la actividad científica, utilizando los conceptos y herramientas básicas de la Física.
- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

DESTREZAS

- Conocer y comprender los problemas conceptuales que surgen al combinar la mecánica cuántica y la relatividad especial.
- Conocer y comprender las razones de la existencia de antimateria y sus implicaciones.
- Conocer y comprender el origen relativista del espín.
- Entender los conceptos fundamentales que rigen la descripción del mundo microscópico.
- Entender el papel de las simetrías en una Teoría de Campos y conocer el formalismo canónico de cuantización.
- Conocer cómo calcular amplitudes de probabilidad de procesos sencillos a partir de un Lagrangiano.
- Capacidad de entender las interacciones fundamentales a partir de simetrías, y predecir sus consecuencias físicas.
- Conocer los aspectos más relevantes de la Electrodinámica Cuántica.

HABILIDADES SOCIALES O TRANSVERSALES

- Entender y ser capaz de explicar de la forma más simple posible las leyes que rigen la estructura de la materia y del Universo en el que vivimos.

Las propias de la Titulación de Física:

- Desarrollar la capacidad de razonamiento crítico y la aplicación del método científico.
- Ser capaz de identificar problemas, incluyendo las semejanzas con otros cuya solución es conocida, e idear estrategias para su solución.
- Desarrollar la capacidad de planificar y organizar el propio aprendizaje, basándose en el trabajo individual, a partir de la bibliografía y otras fuentes de información.
- Evaluar las diferentes causas de un fenómeno y su importancia relativa.
- Identificar los elementos esenciales de una situación compleja, realizar las aproximaciones necesarias para construir modelos simplificados que lo describan y poder así entender su comportamiento en otras situaciones.
- Ser capaz de efectuar una puesta al día de la información existente sobre un problema concreto, ordenarla y analizarla críticamente.
- Fomentar la capacidad para trabajar en equipo a la hora de abordar problemas complejos que requieren colaboración con otras personas.
- Potenciar la adquisición de recursos de expresión oral y escrita para llevar a cabo una argumentación científica clara y coherente.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Partículas e Interacciones

1.1 Constituyentes elementales de la materia
1.2 Interacciones y bosones mediadores
1.3 Relatividad especial
1.4 Transformaciones de Lorentz
1.5 Cinemática relativista
1.6 Campo electromagnético

2. Mecánica cuántica relativista

2.1 Mecánica cuántica
2.2 Principio de correspondencia
2.3 Ecuación de Klein-Gordon
2.4 Ecuación de Dirac
2.5 Soluciones de la ecuación de Dirac
2.6 Antipartículas
2.7 Necesidad de una teoría cuántica de campos

3. Cuantización de una teoría de campos

3.1 Oscilador armónico
3.2 Teoría clásica de campos
3.3 Cuantización
3.4 Simetrías y leyes de conservación

4. Partículas sin espín

4.1 Campo de Klein-Gordon real
4.2 Representación número para bosones
4.3 Campo de Klein-Gordon complejo
4.4 Propagador de Feynman

5. Partículas de espín 1/2

5.1 Representación número para fermiones
5.2 Cuantización
5.3 Propagador fermiónico
5.4 Conexión espín-estadística

6. Campos en interacción

6.1 Matriz S
6.2 Teoría de perturbaciones
6.3 Cálculo de amplitudes
6.4 Reglas de Feynman

7. Observables

7.1 Secciones eficaces y anchuras de desintegración
7.2 Espacio fásico
7.3 Análisis dimensional

8. Electrodinámica cuántica

8.1 Invariancia gauge
8.2 Lagrangiano de QED
8.3 Cuantización del campo electromagnético
8.4 Propagador del fotón
8.5 Reglas de Feynman
8.6 Procesos elementales a orden árbol

9. Cromodinámica cuántica (complementos)

9.1 El color de los quarks
9.2 Teorías gauge no abelianas
9.3 Lagrangiano de QCD
9.4 Gluones
9.5 Libertad asintótica
9.6 Confinamiento

10. Teoría estándar electrodébil (complementos)

10.1 Lagrangiano electrodébil
10.2 Bosones W± y Z
10.3 Campo vectorial masivo
10.4 El bosón de Higgs
10.5 Fenomenología

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	60,00	100
	0,00	100
Preparación de clases de teoría	45,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	45,00	0
TOTAL	**150,00**	

METODOLOGÍA DOCENTE

Durante el período lectivo se impartirán cuatro clases semanales, que se distribuirán en promedio en tres clases teóricas y una práctica:

• Clases teóricas

Las clases teóricas serán, en general, de carácter magistral y en ellas se expondrán los contenidos de la asignatura expuestos más arriba. Se hará hincapié en la aplicación de los conocimientos teóricos a la solución de cuestiones y problemas. Se resolverán sistemas físicos sencillos como ejemplo de los métodos teóricos generales estudiados y se compararán los resultados con los datos experimentales.

• Clases prácticas

En la clase práctica semanal se resolverán problemas de cada tema de la asignatura. El profesor entregará a los alumnos previamente una colección de problemas de cada capítulo.

EVALUACIÓN

Los sistemas de evaluación son los siguientes:

1) Exámenes escritos: una parte evaluará la comprensión de los aspectos teórico-conceptuales y el formalismo de la asignatura, tanto mediante preguntas teóricas como a través de cuestiones conceptuales o casos particulares sencillos. Otra parte valorará la capacidad de aplicación del formalismo, mediante la resolución de problemas, así como la capacidad crítica respecto a los resultados obtenidos. En ambas partes se valorarán una correcta argumentación, una adecuada justificación y una presentación clara y legible.

2) Evaluación continua: valoración de trabajos y problemas presentados por los estudiantes, cuestiones propuestas y discutidas en el aula, presentación oral de problemas resueltos o cualquier otro método que suponga una interacción entre docentes y estudiantes.

La evaluación continua contará en la nota final hasta un 30% siempre que la nota de los exámenes sea mayor o igual a 4 sobre 10.

REFERENCIAS

Básicas

- F. Mandl and G. Shaw, Quantum Field Theory (John Wiley & Sons, Chichester, 1993).
- M.E. Peskin and D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory (Addison-Wesley, Boulder, 1995).

Complementarias

- M. D. Schwartz, Quantum Field Theory and the Standard Model (Cambridge University Press, 2014).
- M. Srednicki, Quantum Field Theory (Cambridge University Press, 2007).
- D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles (John Wiley & Sons, New York, 1987).
- J.D. Bjorken and S.D. Drell, Relativistic Quantum Mechanics (McGraw-Hill, New York, 1964).
- A. Pich, The Standard Model of Electroweak Interactions, arXiv:1201.0537 [hep-ph]; http://arxiv.org/pdf/1201.0537