

**Guía docente de la asignatura**

| | | | |
|--|--|-------------------------|-------|
| Asignatura | Simetrías, Campos y Partículas | | |
| Materia | Física | | |
| Titulación | Grado en Física | | |
| Plan | 469 | Código | 45777 |
| Periodo de impartición | 2º cuatrimestre | Tipo/Carácter | OP |
| Nivel/Ciclo | | Curso | 2º |
| Créditos ECTS | 6 | | |
| Lengua en que se imparte | Español | | |
| Profesores responsables | Mariano A del Olmo Martínez | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | Teléf.: 983 423146 Email: olmo@fta.uva.es | Despacho: B236 . | |
| Departamento | Física Teórica, Atómica y Óptica | | |

1. Situación / Sentido de la Asignatura**1.1 Contextualización**

“Simetrías, Campos y Partículas” proporciona al alumno un conocimiento básico del concepto de simetría en física y su implementación matemática mediante la teoría de grupos, de la mecánica cuántica relativista y de algunas teorías cuánticas de campos, en particular de la electrodinámica cuántica.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está relacionada con otras del Grado de Física que el alumno habrá cursado previamente (Mecánica Clásica, Física Cuántica, Electrodinámica Clásica, Mecánica Cuántica, Gravitación y Cosmología, Física del Estado Sólido, Física Nuclear y de Partículas) y tiene aplicaciones en múltiples campos de la Física, por ejemplo en Óptica, Física Cuántica, Física Teórica, Física de Altas Energías, Electrónica, Materia Condensada, etc.

1.3 Prerrequisitos

Es sumamente conveniente haber asimilado los conocimientos impartidos en las asignaturas “Mecánica Clásica”, “Mecánica Cuántica” y “Electrodinámica Clásica”.

2. Competencias**2.1 Generales**

- T1: Capacidad de análisis y de síntesis.
- T2: Capacidad de organización y planificación.
- T3: Capacidad de comunicación oral y escrita.
- T4: Capacidad de resolución de problemas.
- T5: Capacidad de trabajar en equipo.
- T7: Capacidad de trabajo y aprendizaje autónomo.
- T8: Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- T9: Creatividad.

2.2 Específicas

E2: Ser capaz de presentar un tema académico o una investigación propia tanto a profesionales como a público en general.

E4: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.

E6: Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable.

E7: Ser capaz de desarrollar software propio y manejar herramientas informáticas convencionales.

E8: 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.

E9: Estar adecuadamente preparado para ejercitar una labor docente.

E10: Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.

E13: Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.

E15: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.

3. Objetivos

- Entender el concepto de simetría en Física, tanto en Mecánica Clásica como Cuántica.
- Conocer las ideas básicas de la Teoría de Campos
- Conocer la ecuación de Klein-Gordon y de Dirac
- Entender el mecanismo de la cuantización de los campos clásicos.
- Conocer los fundamentos de la Electrodinámica Cuántica y resolver procesos en el orden más bajo
- Conocer los conceptos básicos de las teorías gauge.

4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES | HORAS | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | HORAS |
|-------------------------------|-----------|--|-----------|
| Clases teóricas | 40 | Estudio y trabajo autónomo individual | 60 |
| Clases prácticas de aula | 20 | Preparación y redacción de trabajos y ejercicios | 20 |
| Presentación oral de trabajos | 10 | | |
| Total presencial | 70 | Total no presencial | 80 |

5. Bloques temáticos

Bloque 1: Teoría Clásica de Campos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Se presenta una introducción a la teoría clásica de campos y a teoría de grupos de Lie de gran utilidad en Física

b. Objetivos de aprendizaje

Se pretende que el alumno sea capaz de entender que es un campo clásico y calcular las simetrías haciendo uso del teorema de Noether.

c. Contenidos



Se analizarán, al menos, los siguientes ítems:

Sistemas mecánicos discretos y continuos. Formalismo lagrangiano. Formalismo hamiltoniano. Introducción a los grupos de Lie. El grupo de Poincaré. Transformaciones y simetrías. Teorema de Noether. Aplicaciones del teorema de Noether. Ejemplo: el campo electromagnético.

d. Métodos docentes

- Clases presenciales teórico-prácticas.

e. Plan de trabajo

Desarrollo por parte del profesor de los conceptos teóricos y prácticos clave de cada capítulo del bloque.

Propuesta de ejercicios teórico/prácticos del capítulo para que sean resueltos por los alumnos y presentados oralmente en clase.

f. Evaluación

Ejercicios realizados en casa por los alumnos y entregados en las fechas establecidas.

Presentación oral de los trabajos propuestos.

Realización de un control teórico/práctico al final del temario.

g. Bibliografía básica

- F. Mandl and G. Shaw, *Quantum Field Theory*, Wiley, Chichester, 2010.
- H. Goldstein, Ch. Poole and J. Safko, *Classical Mechanics*, Addison-Wesley, San Francisco, 2001.
- Wu-Ki Tung, *Group Theory in Physics*, World Scientific, Singapore, 1985.

h. Bibliografía complementaria

J.J. Sakurai, *Advanced Quantum Mechanics*, Addison-Wesley, Reading, 1967.

i. Recursos necesarios

Para las clases teórico-prácticas, aula con sistemas de proyección y conexión a Internet.

Bloque 2: Simetrías en física cuántica

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Después de una breve introducción a ciertos aspectos matemáticos de la teoría de grupos en física se dedicará este bloque al estudio de la invariancia de la ecuación de Schrödinger y de las ecuaciones cuánticas relativistas de Klein-Gordon y Dirac.

b. Objetivos de aprendizaje

Entender la importancia de la invariancia de las ecuaciones básicas de la mecánica cuántica no relativista y relativista bajo sus grupos respectivos de simetría y sus consecuencias físicas.

c. Contenidos



Operadores unitarios y el teorema de Wigner. El grupo de Galileo y la ecuación de Schrödinger. Invariancia relativista de las ecuaciones de Klein-Gordon y Dirac.

d. Métodos docentes

Idénticos en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

e. Plan de trabajo

Idéntico en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

f. Evaluación

Idéntica en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

g. Bibliografía básica

- F.J. Yndurain, *Mecánica Cuántica Relativista*, Alianza Ed., Madrid 1990.
- Wu-Ki Tung, *Group Theory in Physics*, World Scientific, Singapore, 1985.
J.M. Lévy-Leblond, "Galilei group and Galilean invariance" in *Group Theory and its application*, Vol. 2, editor E.M. Loeb, Academic Press, 1971.

h. Bibliografía complementaria

W. Greiner, *Relativistic Quantum Mechanics*, Springer, Berlin 1990.
W. Greiner, *Quantum Mechanics: Symmetries*, Springer, Berlin 1989.

i. Recursos necesarios

Idénticos en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

Bloque 3: Electrodinámica Cuántica

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

La electrodinámica cuántica constituye una de las teorías básicas de la física teórica y base indispensable en el estudio de las partículas subatómicas y de la teoría de la materia condensada.

b. Objetivos de aprendizaje

Ser capaces de entender un diagrama de Feynman y de resolver procesos en el orden más bajo.

c. Contenidos

Cuantización del campo de radiación. Cuantización canónica. El campo de Dirac. Cuantización covariante del campo electromagnético. Matriz S. Diagramas de Feynman. Procesos en el orden más bajo. Correcciones radiativas.

d. Métodos docentes

Idénticos en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).



e. Plan de trabajo

Idéntico en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

f. Evaluación

Idéntica en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

g. Bibliografía básica

F. Mandl and G. Shaw, *Quantum Field Theory*, Wiley, Chichester, 2010.
M.E. Peskin, D.V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Addison-Wesley, 1995.

h. Bibliografía complementaria

- C. Itzykson, J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, McGraw-Hill, 1980.
- S. Weinberg, *Quantum field theory*, vols.1-3. Cambridge University Press, Cambridge 1996.
- M. Veltman, *Diagrammatica*, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1994

i. Recursos necesarios

Idénticos en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

Bloque 4: Teorías gauge

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Las teorías que describen las partículas elementales y sus interacciones son teorías gauge.

b. Objetivos de aprendizaje

Comprender qué es una teoría gauge.
Conocer los fundamentos básicos de las principales teorías gauge.

c. Contenidos

Teoría gauge. Un ejemplo: la electrodinámica cuántica. Cromodinámica Cuántica. La teoría electrodébil. El Modelo Standard. Otras teorías más allá del modelo standard.

d. Métodos docentes

Idénticos en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

e. Plan de trabajo

Idéntico en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

f. Evaluación

Idéntica en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

g. Bibliografía básica

- F. Mandl and G. Shaw, *Quantum Field Theory*, Wiley, Chichester, 2010.
M.E. Peskin, D.V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*, Addison-Wesley, 1995.
D. Bailin and A. Loeve, *Introduction to Gauge Field Theory*, Adam Hilger, Bristol 1986.

h. Bibliografía complementaria

- C. Itzykson, J.B. Zuber, *Quantum Field Theory*, McGraw-Hill, 1980.
- S. Weinberg, *Quantum field theory*, vol. I, II, III. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

i. Recursos necesarios

Idénticos en todos los bloques de la asignatura (ver bloque 1).

6. Temporalización (por bloques temáticos)

| BLOQUE TEMÁTICO | CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------------------------|------------|--------------------------------|
| Teoría clásica de campos | 1,5 | 3.5 semanas (aproximadamente) |
| Simetrías en física cuántica | 1,5 | 3.5 semanas (aproximadamente) |
| Electrodinámica cuántica | 2.5 | 5 semanas (aproximadamente) |
| Teorías gauge | 0.5 | 1 semana (aproximadamente) |

7. Sistema y características de la evaluación

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERV. |
|--|-----------------------|-------------|
| Ejercicios propuestos para casa y presentados oralmente en clase | 30% | Obligatorio |
| Trabajo y presentación oral del mismo | 30% | Obligatorio |
| Examen final | 40% | Obligatorio |

8. Consideraciones finales

En uso de la libertad de cátedra reconocida en la Constitución Española, ha de entenderse que, en función de los planteamientos académicos del profesor que imparta esta asignatura, alguno de los planteamientos generales aquí establecidos podrán variar, lo cual se hará constar en la información actualizada disponible en la Intranet y accesible a los alumnos matriculados.