

Guía docente de la asignatura

**Modelo Estándar**Fecha última actualización: 01/07/2021  
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 20/07/2021**Máster**

Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica

**MÓDULO**

Física de Partículas y Astrofísica

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

6

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Se requieren conocimientos básicos de teoría de campos y partículas, mecánica cuántica y métodos matemáticos para la física.

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

En esta asignatura se presentará el Modelo Estándar de las interacciones electromagnéticas, débiles y fuertes.

**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

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)



- Conocer las herramientas avanzadas necesarias para el estudio de la física de partículas y astropartículas.
- Conocer el modelo estándar de las partículas elementales

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- PARTE I. INTRODUCCIÓN. TEORÍAS GAUGE E INTERACCIONES ELECTRODÉBILES
  - Introducción a las teorías gauge
    - El principio de simetría gauge
    - Cuantización de las teorías gauge
    - Ruptura espontánea de la simetría
  - El Modelo Estándar de las interacciones electrodébiles (EWSM)
    - Grupo de gauge y representaciones de partículas
    - El EWSM para una familia
    - Ruptura espontánea de la simetría electrodébil
    - Varias familias: mezcla de fermiones
    - Lagrangiano completo y reglas de Feynman
  - Fenomenología del EWSM
    - Parámetros, observables y experimentos
    - Tests de precisión
    - Neutrinos
    - Higgs
  - Algunas herramientas útiles
    - Cálculo de secciones eficaces y anchuras de desintegración
    - Cálculos a un loop
- PARTE II. INTERACCIONES FUERTES
  - Cromodinámica cuántica (QCD)
    - Lagrangiano, simetrías y propiedades básicas de la interacción fuerte
    - Espectroscopía hadrónica y teorías efectivas
  - Métodos perturbativos en QCD para la física de aceleradores y de astropartículas
    - Teoremas de factorización
    - Funciones de distribución de quarks y gluones en hadrones
- PARTE III. FÍSICA DEL SABOR
  - El sector del sabor en el Modelo Estándar
    - Matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM)
    - Triángulo de unitariedad.
  - Herramientas de análisis de la física del sabor
    - Teorías efectivas
    - Lattice QCD
  - Fenomenología de sabor
    - Violación de CP
    - Fenomenología de quarks ligeros
    - Fenomenología de quarks pesados



**PRÁCTICO**

Talleres de problemas propuestos a lo largo del curso.

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL**

- M.D. Schwarz, Quantum Field Theory and the Standard Model, Cambridge University Press (2014). ISBN: 978-1-107-03473-0.
- P. Langacker, The Standard Model and Beyond, CRC Press (2010). ISBN: 978-1-4200-7906-7.
- C.P. Burgess and G.D. Moore, The Standard Model: A Primer, Cambridge University Press (2007). ISBN: 0-521-86036-9.
- W.N. Cottingham and D. A. Greenwood, An Introduction to the Standard Model of Particle Physics, Cambridge University Press (2007). ISBN: 978-0-521-85249-4.
- A.H. Mueller, Perturbative Quantum Chromodynamics, World Scientific Publishing (1998). ISSN: 0218-0324.
- R.K. Ellis, W.J. Stirling and B.R. Webber, QCD and Collider Physics, Cambridge Monographs on Particle Physics, Nuclear Physics and Cosmology (1996). ISBN: 0521 58189 3.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- M. Maggiore, A Modern Introduction to Quantum Field Theory, Oxford University Press (2005). ISBN: 978-0198520740.
- A. Lahiri, P. B. Pal, A first book of Quantum Field Theory, Narosa Publishing House, 2nd edition (2005). ISBN: 978-1842652497.
- M. E. Peskin and D. V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Addison-Wesley (1995). ISBN: 978-0201503975.
- S. Pokorski, Gauge Field Theories, Cambridge University Press, 2nd edition (2000). ISBN: 978-0537478169.
- T. P. Cheng and L. F. Li, Gauge theory of elementary particle physics, Oxford University Press (1984). ISBN: 978-0198519614.
- E.V. Shuryak, The QCD vacuum, hadrons and superdense matter, World Scientific Lecture Notes on Physics, Vol 71, World Scientific Publishing (2004). ISBN: 981 238 573 8.
- J. Smit, Introduction to Quantum Fields on a Lattice, Cambridge University Press (2002). ISBN: 978-0521890519

**ENLACES RECOMENDADOS**

- The Particle Adventure: <http://www.particleadventure.org/>
- High-Energy Physics Literature Database (INSPIRE): <http://inspirehep.net/>
- Particle Physics News and Resources: <http://www.interactions.org/>
- The Review of Particle Physics (Particle Data Group): <http://pdg.web.cern.ch/pdg/>
- Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN): <http://www.cern.ch/>
- Grupo de Física Teórica de Altas Energías (FTAE), Universidad de Granada: <http://ftae.ugr.es/>



## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD02 Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

- El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.
  - 20%: Participación en clases teóricas y talleres de problemas
  - 40%: Realización y exposición de un trabajo final.
  - 40%: Examen final.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante



la realización de una prueba y/o trabajo.

- 50%: Realización y exposición de un trabajo final.
- 50%: Examen final.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrá acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.
- La evaluación en tal caso consistirá en:
  - 50%: Realización y exposición de un trabajo final.
  - 50%: Examen final.

