

## MODELO ESTÁNDAR DE LAS INTERACCIONES ELECTRODÉBILES Y FUERTES

| MÓDULO  | MATERIA                                | ASIGNATURA  | CURSO   | SEMESTRE | CRÉDITOS | CARÁCTER |
|---|--|---|---|----------|----------|----------|
| Física de Partículas y Astrofísica  | Física de Partículas y Astropartículas | Modelo Estándar de las interacciones electrodébiles y fuertes |   | Primero  | 6        | OPTATIVA |
| <b>PROFESOR(ES)</b>   |  |   | <b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>  |          |          |          |
| José Ignacio Illana Calero,<br>Elvira Gámiz Sánchez   |  |   | Departamento de Física Teórica y del Cosmos,<br>Edificio Mecenas,<br>Campus de Fuentenueva s/n,<br>Universidad de Granada,<br>18071-Granada                     |          |          |          |
|   |  |   | TLF: 958-2(EXT)<br>JIC: <a href="mailto:jillana@ugr.es">jillana@ugr.es</a> , EXT: 41730<br>EGS: <a href="mailto:megamiz@ugr.es">megamiz@ugr.es</a> , EXT: 41727 |          |          |          |
|   |  |   | <b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>  |          |          |          |
|   |  |   | JIC: Lunes, Miércoles, Viernes, de 11:00 a 13:00<br>EGS: Lunes, Martes, Miércoles, de 12:00 a 13:00<br>y de 16:00 a 17:00                                       |          |          |          |
| <b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>  |  |   | <b>OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>   |          |          |          |
| Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica   |  |   | Máster Universitario en Física y Matemáticas  |          |          |          |
| <b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>  |  |   |   |          |          |          |
| Se recomiendan conocimientos básicos de teoría de campos y partículas, mecánica cuántica y métodos matemáticos para la física.              |  |   |   |          |          |          |
| <b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)</b>   |  |   |   |          |          |          |
| En esta asignatura se presentará el Modelo Estándar de las interacciones electromagnéticas, débiles y fuertes entre partículas elementales. |  |   |   |          |          |          |
| <b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO</b>  |  |   |   |          |          |          |



**Generales:**

- CG3: Capacidad de trabajo en equipo.
- CG4: Capacidad de expresar y defender en público resultados y conclusiones del proceso de aprendizaje.
- CG5: Capacidad de gestión de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

**Específicas:**

- CE1: Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE2: Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE3: Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE4: Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

**OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

**El alumno será capaz de:**

- Familiarizarse con las herramientas básicas de cálculo en física de partículas, tanto perturbativas como no perturbativas.
- Conocer la fenomenología del Modelo Estándar, tanto su situación actual como los problemas abiertos.

**TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

**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.

**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. *Parton showers*, ecuaciones de evolución y métodos de simulación Monte Carlo.
- QCD a alta temperatura y densidad: Las fases de QCD. Búsqueda del Plasma de Quarks y Gluones en experimentos de aceleradores e implicaciones cosmológicas y astrofísicas.

**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.



## BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- 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/>
- Centro Andaluz de Física de Partículas Elementales (CAFPE): <http://cafpe.ugr.es/>
- Grupo de Física Teórica de Altas Energías (FTAE) de la Universidad de Granada: <http://www-ftae.ugr.es/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lecciones magistrales:** Clases teóricas.
- **Actividades prácticas:** Talleres de problemas.
- **Seminarios:** Charlas sobre temas de especial relevancia o interés.
- **Tutorías académicas:** Atención de dudas y orientación del alumnado.
- **Estudio y trabajo del alumnado,** tanto autónomo como en grupo.

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

|  |     |
|--|-----|
| Participación en clases teóricas y talleres de problemas | 20% |
| Realización y exposición de un trabajo final             | 40% |
| Examen final   | 40% |

## INFORMACIÓN ADICIONAL

