



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Tests fenomenológicos del Modelo Estándar de la física de partículas

Descripción general (resumen y metodología):

La comparación de ciertos observables de sabor medidos en grandes instalaciones experimentales como el LHC en el CERN (Suiza), Belle II en KEKB (Japón) o el experimento para la medida del momento magnético anómalo del muón en Fermilab (EE.UU.) con las correspondientes predicciones teóricas en el marco del Modelo Estándar (ME) de la física de partículas, constituye un test excepcional de la validez del Modelo Estándar. De hecho, en los últimos años se han observado tensiones entre teoría y experimento para algunos de estos observables, así como inconsistencias dentro de la descripción que proporciona el Modelo Estándar (determinaciones inclusivas y exclusivas de algunos elementos de la matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM), violaciones de la unitariedad de la matriz de CKM ...). Si al aumentar la precisión tanto de las medidas experimentales como de las predicciones teóricas alguna de estas tensiones se confirmase, podría convertirse en una señal de nueva física más allá del Modelo Estándar.

En este trabajo se pretende estudiar en detalle alguna de dichas tensiones teoría-experimento o tensiones internas dentro de la descripción del Modelo Estándar (por ejemplo, la llamada Cabibbo angle anomaly [1]), con especial hincapié en el papel que juega la cromodinámica cuántica (QCD) en el cálculo de las correspondientes predicciones teóricas y el impacto de la posible reducción de errores procedentes de QCD.

Metodología:

- Estudio de la bibliografía relevante sobre el Modelo Estándar y la fenomenología de sabor.
- Dependiendo de los intereses del/a alumno/a y de la situación teórico-experimental en el momento de iniciar el trabajo, se estudiará un observable concreto o parámetro fundamental del Modelo Estándar en el que aplicar los conocimientos adquiridos y experimentar con distintas herramientas teóricas y/o computacionales. Este cálculo dirigido se ajustará a uno (o varios) de los siguientes tipos:
 - Análisis de datos procedentes de simulaciones numéricas de QCD con técnicas bayesianas para extraer parámetros hadrónicos como masas, constantes de desintegración o factores de forma.
 - Cálculo de algún observable que tenga una componente analítica y además requiera el uso de software propio del campo.
 - Estudio del impacto de las posibles mejoras en los inputs no perturbativos en distintos observables de interés, usando software propio del campo.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

- Entender los fundamentos básicos de los elementos del Modelo Estándar de la física de partículas relevantes para el estudio de los observables de sabor.
- Conocer el estado actual de las tensiones observadas en la fenomenología de partículas, centrándose en un/os observable/s en particular.
- Ser capaz de hacer un cálculo realista bien sea con un enfoque más analítico o bien usando métodos computacionales, así como aplicando software propio de la fenomenología de física de partículas.

Bibliografía básica:

- D. Griffiths, "Introduction to Elementary Particles". John Wiley & Sons, (2008)
- F. Halzen and A.D. Martin, "Quarks and Leptons", John Wiley & Sons, (1984).
- A. Pich, "Flavour Dynamics and Violations of the CP Symmetry" CERN Yellow Rep.School Proc. 4 (2018) 63 [<https://arxiv.org/abs/1805.08597>].
- A. Lenz, "Heavy flavour physics and effective field theory", clases de máster en la Universidad de Cambridge, <https://www.precision.hep.phy.cam.ac.uk/wp-content/people/mitov/lectures/GraduateLectures/Flavour-Lenz.pdf>
- S. Meinel, "Quark flavor physics with lattice QCD", PoS LATTICE2023 (2024) 126, [<https://arxiv.org/abs/2401.08006>]
- T. Kitara, "Theoretical point of view on Cabibbo angle anomaly", charla invitada en FTF2024, [<https://arxiv.org/abs/2407.00122>]

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se necesitarán conocimientos básicos de las asignaturas de "Mecánica cuántica", "Teoría de campos y partículas" y "Física nuclear y de partículas". La asignatura "Física Matemática" también puede ser útil si se quiere profundizar en la parte más teórica.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA ELVIRA GÁMIZ SÁNCHEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: megamiz@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: Ramón Merino Rojas

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: ramonmr@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: