



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Distribución de carga transversa del Kaón

**Descripción general** (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo:

La naturaleza no perturbativa de la interacción fuerte a bajas energías impide describir, en base a primeros principios, la estructura interna de los hadrones en términos de sus constituyentes — quarks y gluones. No obstante, es posible extraer información relevante de dicha estructura mediante técnicas analíticas apoyadas en datos experimentales.

Este trabajo tiene como objetivo principal determinar la distribución de carga transversa del Kaón usando datos experimentales de los procesos  $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$  y  $\tau^{+/-} \rightarrow \nu K^{+/-} K^0$ . El enfoque adoptado sigue la línea de trabajos recientes en el caso del pión cargado (véase bibliografía) y se fundamenta en el uso de propiedades analíticas de los factores de forma hadrónicos.

En particular, el estudiante deberá reconstruir las partes real e imaginaria de dichos factores de forma mediante técnicas basadas en analiticidad y variable compleja y modelos de resonancias. A partir de esta reconstrucción se obtendrá la densidad de carga transversa del Kaón.

Además, se evaluará el error asociado a la truncación de las integrales necesarias, empleando para ello reglas de suma. Dicho estudio será relevante así mismo para mejorar nuestra comprensión del régimen de aplicabilidad de QCD perturbativa.

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

**Objetivos planteados:**

Objetivos planteados:

1. Comprender el cálculo de los procesos  $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$  y  $\tau^{+/-} \rightarrow \nu K^{+/-} K^0$  usando QED empleando los factores de forma hadrónicos relevantes.
2. Comprender la naturaleza de los factores de forma hadrónicos y su conexión con la densidad de carga. Comprender las limitaciones de la densidad de carga convencional y las ventajas conceptuales de la densidad de carga transversa.
3. Aplicar técnicas basadas en propiedades analíticas y métodos de variable compleja para reconstruir los factores de forma a partir de datos experimentales, utilizando relaciones de dispersión.
4. Utilizar los factores de forma reconstruidos para determinar la distribución de carga transversa del kaón.

Metodología:

1. Uso de teoría cuántica de campos (QED) para entender el cálculo de las amplitudes de los procesos estudiados.
2. Uso de simetrías para relacionar los distintos factores de forma presentes en ambos procesos.
3. Uso de relaciones de dispersión fundamentadas en unitariedad y analiticidad para la reconstrucción de los factores de forma a partir de datos experimentales.
4. Implementación computacional de los métodos anteriores, incluyendo el cálculo numérico de

integrales de dispersión y la transformada de Fourier necesaria para obtener la densidad de carga transversa.

### **Bibliografía básica:**

Bibliografía

1. M. E. Peskin, D. V. Schroeder, An introduction to Quantum Field Theory, Addison Wesley.
2. M. D. Schwartz, Quantum field theory and the Standard Model, Cambridge university press.
3. J. D. Bjorken, S. D. Drell, Relativistic Quantum Fields, McGraw-Hill.
4. S. Scherer, M. R. Schindler, A Primer for Chiral Perturbation Theory, Springer.
5. E. Ruiz Arriola, P. Sanchez Puertas, C. Weiss, Pion transverse charge density from  $e+e-$  annihilation and logarithmic dispersion relations, Phys.Lett. B866 (2025) 139585.

### **Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

### **2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** ENRIQUE RUIZ ARRIOLA

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

**Correo electrónico:** earriola@ugr.es

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

**Nombre y apellidos:** PABLO SÁNCHEZ PUERTAS

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

**Correo electrónico:** pablosanchez@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:**