

TRABAJO FIN DE GRADO



Mesones K: Extrañeza,
Interacción Débil y Violación CP

Autor:

Carmen Sánchez Pérez

Tutor:

J. A. Caballero Carretero

15 de marzo de 2021

En agradecimiento:

*A mis amigos, los que viven fuera y los de aquí,
en especial a Noelia Martín Zorrero y a Ana Valadés Alcaraz,
mis dos hermanas de distinta sangre, por apoyarme y enseñarme tanto,
incluso en la distancia y tras tantos años.*

*A mi pareja y compañero de vida, Aythami Sosa Alemán,
por todo su amor y por no dejar que tire nunca la toalla.*

*A mi familia, sobretodo a mis padres, Cati Pérez y Andrés Sánchez;
y a mis hermanos, Belén y Pedro, por animarme y creer en mí siempre.*

Índice general

Índice de figuras	v
Resumen/Abstract	vi
Objetivos y metodología	vii
1. Introducción	1
Bibliografía	2

Índice de figuras

1.1. Primera fotografía estereoscópica	1
--	---

Resumen

Este documento se presenta como un estudio en detalle de lo que se conoce en Física de Partículas como mesones K o kaones. La fama de los mesones K radica en que fueron las primeras partículas en las cuales se detectó un comportamiento muy inusual: los mesones K se forman gracias a la Interacción Fuerte, pero decaen por Interacción Débil. Por este motivo, se denominaron partículas extrañas y supuso la introducción de un nuevo número cuántico, la extrañeza S. Además, dado que decaen por interacción débil, pueden presentar violación de la simetría CP y, por tanto, oscilaciones de sabor. A pesar de que hoy en día también se han observado estos fenómenos en otras partículas, los mesones K, siguen actualmente jugando un papel muy importante y útil para estudiar las interacciones fundamentales.

Abstract

This document presents itself as thorough study of what is known in Particle Physics as K-mesons or Kaons. K-mesons renown lies in the fact that they were the first particles in which a very unusual behaviour was detected: K-mesons are formed thanks to the Strong Interaction but decay by means of the Weak Interaction. For this reason, they were named strange particles and it led to the introduction of a new quantum number, the Strangeness S. Moreover, since K-mesons decay by Weak Interaction, they can present CP-symmetry violation and therefore, flavor oscillations. In spite of this phenomena been observed in other particles today, K-mesons still play an important and useful role in the study of Fundamentals Interactions nowadays.

Objetivos y metodología

La propuesta de este Trabajo de Fin de Grado surge de la gran motivación que supuso en la asignatura de Física Nuclear y Partículas la realización de un proyecto en grupo conocido como “Adopta una Partícula” en el cuál se escogió el mesón K como partícula adoptada. Para nuestra sorpresa, esta partícula resultó ser de lo más fascinante.

Desde su descubrimiento, el mesón K ha constituido un rol fundamental en la Física de Partículas. No sólo fueron las primeras partículas extrañas que se detectaron, sino que ello supuso una revolución total para la Física moderna. Fueron los responsables de la introducción de la Extrañeza como nuevo número cuántico y ha servido de inspiración para sentar las bases del Modelo de Quarks, al requerir la existencia del quark extraño.

La teoría de Quarks, fomentada por el hallazgo de los mesones K, ha tenido numerosas consecuencias de suma importancia en el estudio de las Interacciones Fundamentales y, sobretodo, para la Interacción Débil. Gracias a ello ha sido posible predecir las posibles causas de violaciones de simetría, la existencia de nuevos quarks presentes en nuevas partículas y oscilaciones de sabor.

Por lo tanto, este trabajo pretende dar a conocer los mesones K en profundidad y detallar todas estas implicaciones que su descubrimiento ha traído consigo, con el objetivo de concentrar toda esa información en un único documento, facilitando el trabajo de los divulgadores e investigadores de este campo de la Física que necesiten o, simplemente, quieran conocer más acerca de estas partículas extrañas tan útiles y curiosas.

Para tal fin, tras unas breves pinceladas sobre el contexto histórico, comenzaremos con un estudio en tono cualitativo de la Extrañeza y la definición de mesón K en el Modelo de Quarks, seguido de un desarrollo más cuantitativo de la Interacción Débil, dónde haremos uso de su formalismo general. Finalmente, relacionaremos todo lo anterior con la violación de simetría CP y proporcionaremos algunos aspectos más actuales dónde se trabaja con mesones K.

1 Introducción

En 1947, los físicos británicos G. Rochester y C. Butler, se hallaban tomando fotografías a una cámara de niebla, tratando de detectar partículas generadas por los rayos cósmicos al impactar sobre las moléculas de la atmósfera, cuando observaron un par de rastros inusuales. Esas marcas desconocidas sólo podían ser explicadas por el decaimiento de una partícula neutra con masa mil veces mayor que la del electrón. Decidieron repetir el experimento en el Observatorio *Pic du Midi*, situado a 2900 metros de altura en los Pirineos franceses. De esta manera, al incrementar la altitud, el flujo del rayo cósmico aumenta, facilitando que las partículas lleguen al detector.

Gracias a ello, consiguieron reproducir el experimento detectando decenas de estas nuevas partículas. Concluyeron que la partícula en decaimiento se trataba de un nuevo tipo de mesón, al que posteriormente se denominó mesón K, de ahí que también se la conozca como kaón. Además, se predijo que los mesones existían fugazmente en el núcleo para explicar por qué los nucleones con carga similar se unían. El mesón K tenía propiedades inusuales, lo que supuso que los científicos de la época la bautizaran con el sobrenombre de “extraña”.

En diciembre de ese mismo año, se hicieron públicas en la revista *Nature* dos de las numerosas fotografías tomadas de la cámara de niebla, que se muestran a continuación:

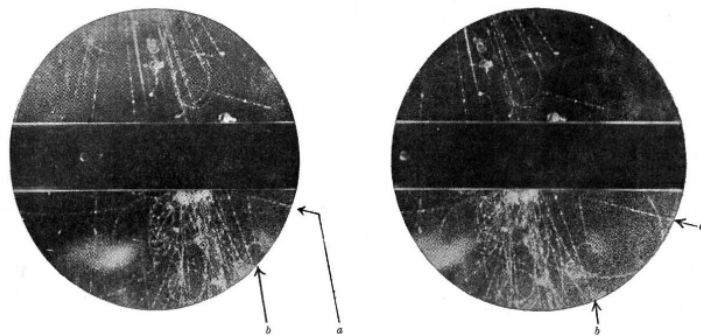


Figura 1.1: Fotografía estereoscópica publicada en la revista *Nature*. ¹

¹Imagen de la Revista *Nature*[1]

Bibliografía

- [1] G. D. Rochester and C. C. Butler. Evidence for the existence of new unstable elementary particles. *Nature*, 160(4077):855–857, dec 1947.