

FUERZAS FUNDAMENTALES Y EL MODELO ESTÁNDAR DE PARTICULAS



José Abraham Arredondo Quintanilla
Marisol Alvarez Alvarez
Dr. Delepine David Yves Ghislain
Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Guanajuato.



Tabla de tamaño de partícula

Introducción

En el Universo, todo (o casi todo) puede describirse mediante leyes físicas. Y en nuestro afán por descubrir los fenómenos físicos que rigen el comportamiento de la naturaleza, nuestra concepción acerca de las fuerzas que interactúan sobre aquello que nos rodea ha ido cambiando.

Ya desde tiempos antiguos, sabíamos que tenía que haber algunas fuerzas que lo controlaran todo. Y en la antigüedad se creía que estas eran el agua, el fuego, la tierra y el aire. Por suerte, la física ha ido evolucionando y, hoy en día, sabemos que no son estos elementos los que rigen el funcionamiento de la naturaleza, sino las conocidas como fuerzas o interacciones fundamentales.

Estas fuerzas son el pilar del Universo. Todo lo que tiene lugar en él responde a la aplicación de alguna de estas fuerzas sobre la materia que nos rodea. Absolutamente todo. Desde la explosión de una estrella hasta nuestro teléfono cargándose de batería a través de la corriente eléctrica, responde a alguna de las cuatro fuerzas fundamentales.



1. Gravitatoria

La gravedad es algo que todo cuerpo con masa experimenta, esta es la interacción que nos permite estar en la tierra como un imán y no salir volando, a pesar de que la gravedad mantiene a los planetas en órbita, es la mas débil de las 4 interacciones.

La gravedad es la mas débil entre las 4 fuerzas.



Todos hemos experimentado esta fuerza, como por ejemplo cuando arrojamus una piedra en diferentes direcciones o cuando nos caemos al piso. Es la fuerza de gravedad que hace que los planetas de mantengan en órbita y nos permite permanecer en la tierra y no flotar.

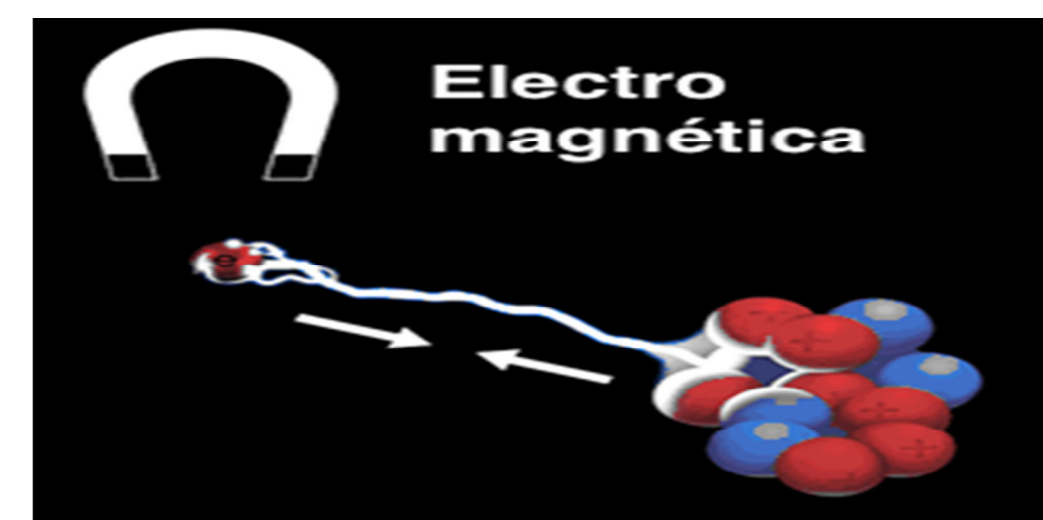
Dato: Aun no se ha encontrado una partícula relacionada con esta fuerza, solo se asume que el gravitón es el bosón de esta, suponiéndose que no tenga masa y ni carga eléctrica, pero también debería viajar por el espacio a velocidad de la luz.

2. Electromagnetismo

Se debe a propiedades eléctricas y magnéticas de la materia. Es considerada la fuerza que actúa sobre las partículas con carga eléctrica.

Toda carga en movimiento produce un campo magnético a su alrededor y es de naturaleza atractiva o repulsiva, dependiendo de las cargas.

Esta interacción se encuentra en nuestros dispositivos electrónicos (computadoras, celulares, etc.) Esta explica la interacción de las cargas eléctricas cargadas positivamente y negativamente.



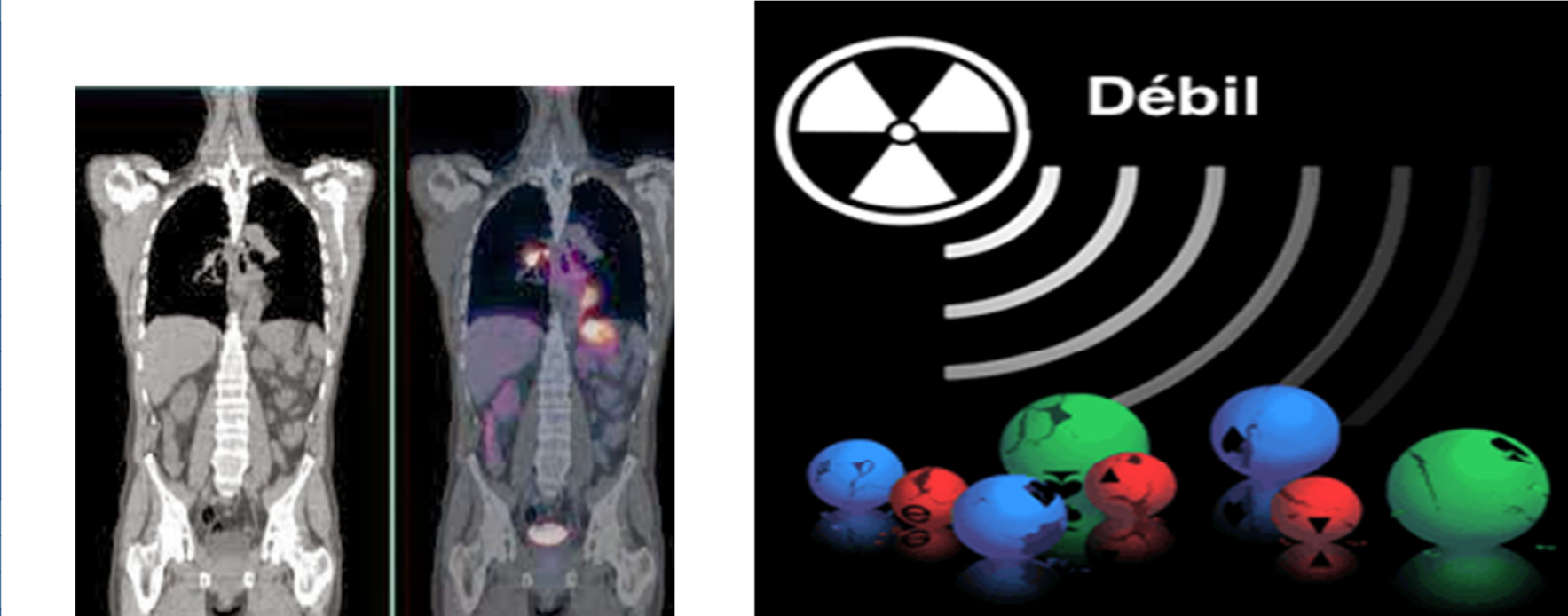
Acción: Actúa sobre todas las partículas cargadas eléctricamente. Es de naturaleza atractiva o repulsiva.
Alcance: Prácticamente infinito.
Fuerza: 10^{-2}



3. Interacción Débil

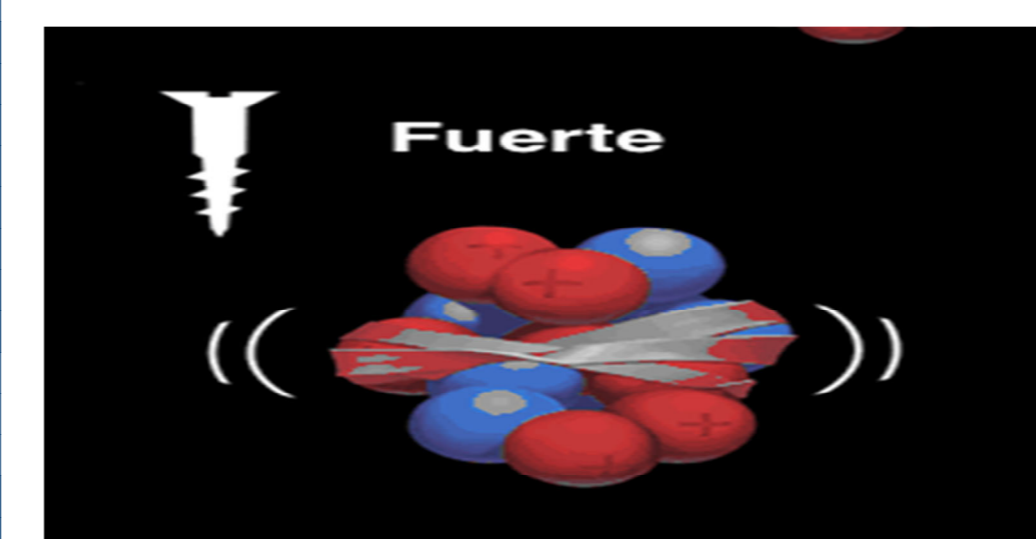
Esta interacción consiste que las partículas de los átomos (protones, electrones y neutrones) se conviertan en otras partículas, lo cual genera radiación.

Un ejemplo de esta interacción es el PET, que es una forma de tomografía medica en la cual consiste en inyectar radioisótopos (isotopos inestables) al paciente y de esa forma se van degradando y forman positrones (antielectrones) de los cuales el escaner se encarga de tomar las lecturas que genera la radiación.



4. Interacción Fuerte

Esta interacción es la mas fuerte de todas ya que permite que tu y yo existamos porque sin ella no existirían los átomos, básicamente, es la que permite la unión de los núcleos atómicos.

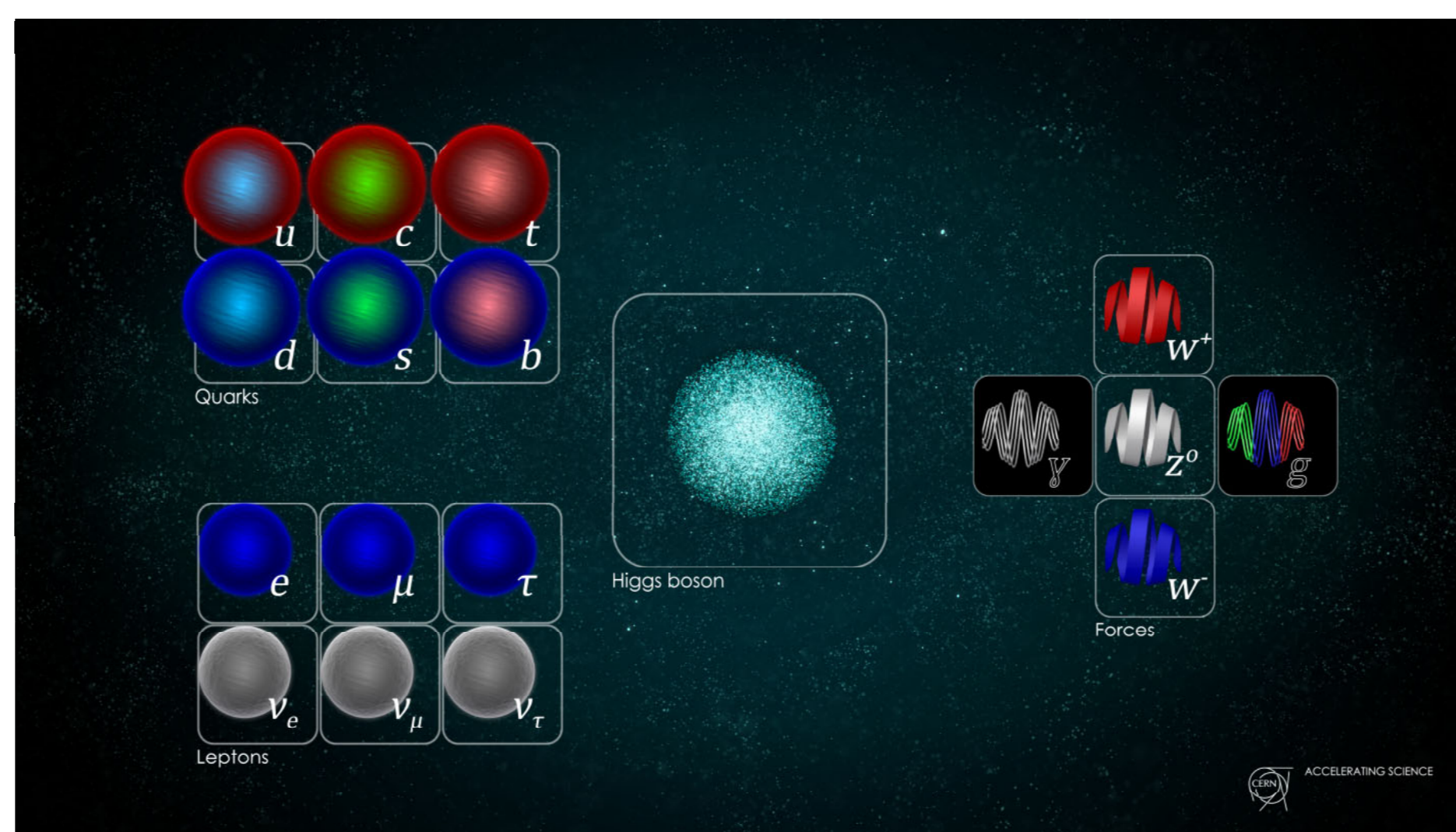


Acción: Actúa sobre las partículas denominadas quarks (ver la sección siguiente). Es de naturaleza atractiva.
Alcance: 10.13 cm.

Las partículas que "sienten" la fuerza nuclear fuerte se llaman hadrones, mientras que las que no la sienten son los leptones. Los hadrones se forman por unión de partículas más elementales llamadas quarks, mientras que los leptones se consideran como partículas sin estructura y por tanto verdaderamente elementales.

Cada fuerza fundamental tiene su propio bosón correspondiente: la fuerza fuerte es transportada por el "gluón", la fuerza electromagnética es transportada por el "fotón" y los "bosones W y Z" son responsables de la fuerza débil.

El Modelo Estándar

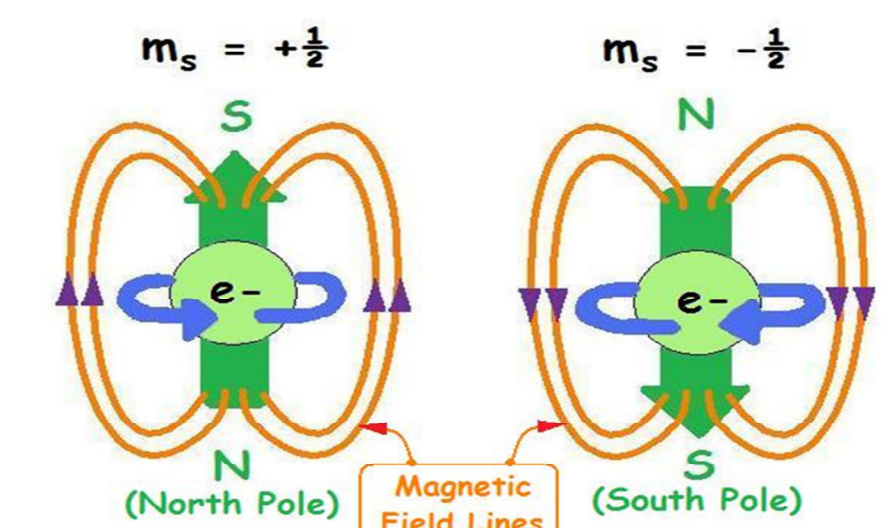


El Modelo Estándar recoge todo el conocimiento actual en física de partículas, incluye la teoría de interacción fuerte (cromodinámica cuántica o QCD) y la teoría unificada de interacciones débil y electromagnética (electrodébil). La gravedad esta incluida en este poster puesto que es una de las interacciones fundamentales, pese a no ser parte del Modelo Estándar.

En la Física el modelo estándar describe la estructura fundamental de la materia considerando a las partículas elementales las cuales cuyo movimiento están rígidos por las interacciones fundamentales, estas se dividen en 2 tipos: Fermiones y bosones

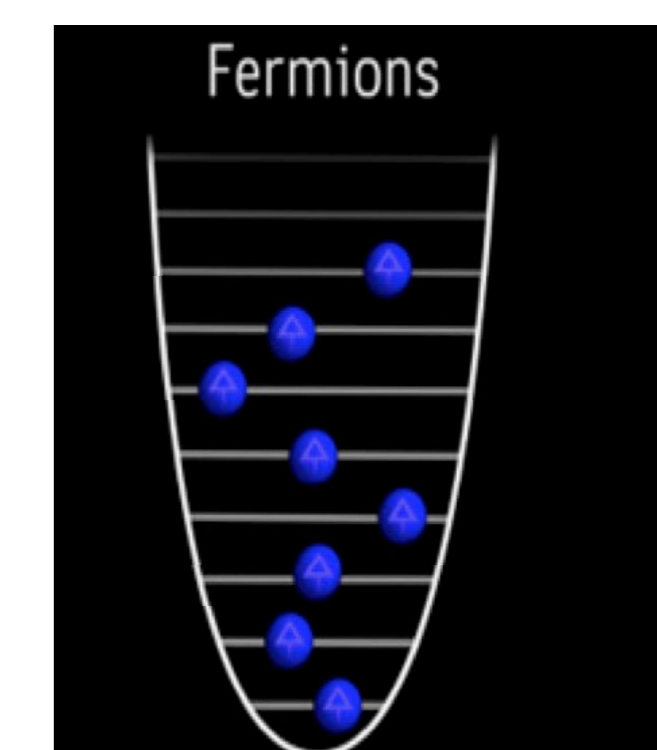
(NOTA: Spin)

El spin representa la dirección de giro del electron en base a su propio eje.



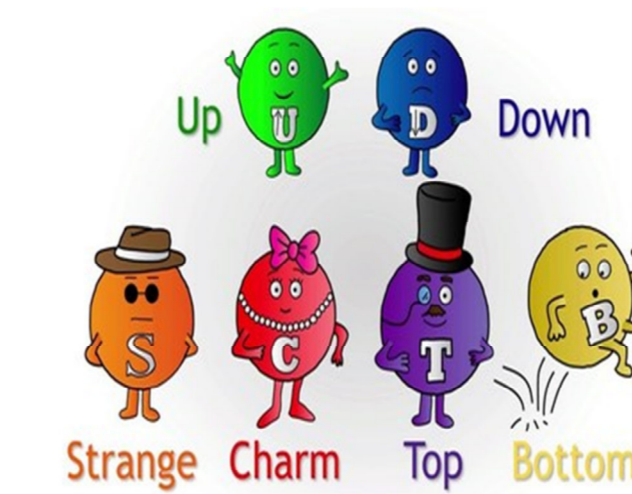
Fermiones:

Los fermiones son el segundo tipo de partículas fundamentales se caracterizan por ser las partículas que forman las partículas elementales (proton, neutrón, electrón) tener un spin semi-entero y se dividen en 2 tipos: Quarks y leptones



Quarks:

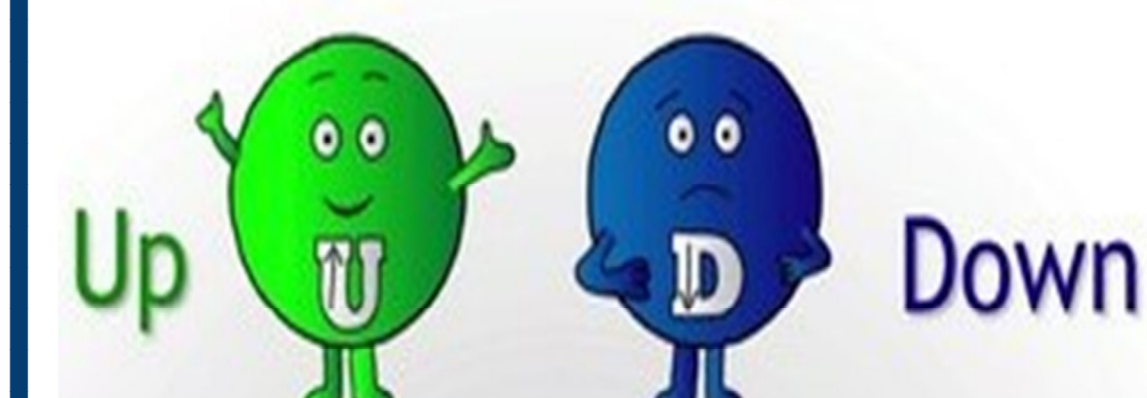
Los quarks son las partículas que forman a los protones y neutrones y los cuales tiene 6 tipos de quarks (up, down, extraño, encantado, fondo, cima)



Quarks UP Y

Down

Son los primeros de las 3 generación de quarks y los mas pequeños



Quark extraño y encantado

Strange Charm

Son el segundo tipo en la generación de quarks y los segundos mas pesados

Quarks Cima y Fondo

Para acabar con los quarks, los quarks fondo y cima son los mas pesados que existen y los que menos tiempo de vida tienen



Hasta la fecha, casi todas las pruebas experimentales de las tres fuerzas descritas por el modelo estándar están de acuerdo con sus predicciones.

Un resultado de gran importancia

para el Modelo Estándar, presentado a comienzos de 2021 Marzo en los Rencontres de Moriond EW Conference y en el seminario en el CERN, es la actualización de las medidas de la relación RK, un importante test del principio del Modelo Estándar (SM) conocido como "lepton universality". Por ejemplo, estudiando procesos como $B^+ \rightarrow (K^+ \mu^+ \mu^-)$ y $B^+ \rightarrow (K^+ e^+ e^-)$, el valor esperado para RK debería ser muy cercano a 1, siguiendo el SM. Sin embargo, la colaboración LHCb reportó en el primer trimestre de 2021 que esa relación es menor que 0.89 con una significancia estadística de aproximadamente 3. Este resultado proporciona "evidencias" de que el SM podría ser erróneo al describir el comportamiento de los leptones en la naturaleza.

7. Referencias

- VARIOS AUTORES: Partículas Elementales. Quarks, Leptones y unificación de las fuerzas. Libros de Investigación y Ciencia. Prensa Científica. Barcelona 1984.
- D.J. Griffiths (1987). Introduction to Elementary Particles. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-60386-4.
- W. Greiner; B. Müller (2000). Gauge Theory of Weak Interactions. Springer. ISBN 3-540-67672-4.
- G.D. Coughlan; J.E. Dodd; B.M. Gripaios (2006). The Ideas of Particle Physics: An Introduction for Scientists. Cambridge University Press.