

Tarea 2

Entrega: 12 de septiembre de 2023

Problema 1

La interacción $e^+ + e^- \longrightarrow e^+ + e^-$ puede suceder de dos formas, dibuja los diagramas de cada una de las posibilidades y checa las conservaciones.

Solución

Antes de dibujar los diagramas de Feynman verificamos las conservaciones. Notemos que esta interacción es un proceso leptónico, por lo que el número bariónico es cero y, además, que tenemos un par de partícula-antipartícula en ambos lados de la interacción, *i.e.*, la carga se conserva. De esta manera, lo único que falta verificar es la conservación del número leptónico, tal que,

$$\begin{aligned} e^+ + e^- &\longrightarrow e^+ + e^-, \\ +1_e - 1_e &\longrightarrow +1_e - 1_e, \\ 0 &\longrightarrow 0. \end{aligned}$$

El número leptónico se conserva.

Ahora podemos dibujar cada una de las posibilidades:

- Primera posibilidad

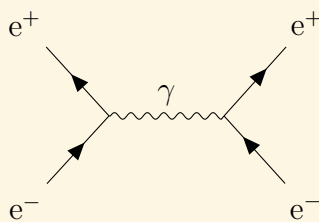


Figura 1: Diagrama de Feynman de la primera posibilidad de la interacción.

Aunque la posibilidad es válida, no considera la conservación del momento. El diagrama adecuado debería ser:

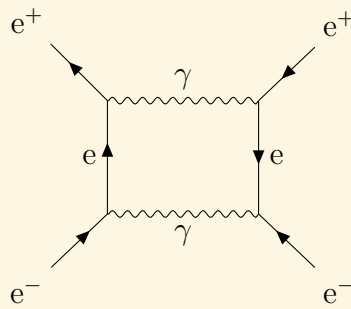


Figura 2: Diagrama de Feynman de la primera posibilidad de la interacción considerando la conservación del momento.

- Segunda posibilidad

La segunda y última posibilidad es:

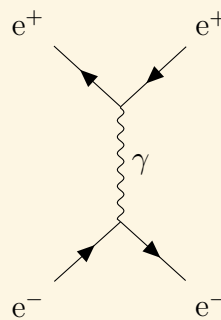


Figura 3: Diagrama de Feynman de la segunda posibilidad de la interacción.

Problema 2

La interacción $e^- + e^+ \longrightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ puede ser mediada por un boson vectorial ω^0 que tiene un modo de decaimiento dominante $\omega^0 \longrightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ ¿cómo será el diagrama de Feynman del proceso completo?

Problema 3

Checa las conservaciones y dibuja el diagrama de Feynman de interacción

$$\nu_{\tau} + e^{-} \longrightarrow \nu_e + \tau^{-}$$

Solución

Notemos que es un proceso leptónico, por lo que el número bariónico es cero y, además, es una interacción, por lo cual no se verificamos la conservación de la energía. Verificamos entonces si la carga se conserva,

$$\nu_{\tau} + e^{-} \longrightarrow \nu_e + \tau^{-},$$

$$0 - 1e \longrightarrow 0 - 1e,$$

$$- 1e \longrightarrow - 1e.$$

La carga se conserva. Ahora verificamos si el número leptónico por familia se conserva:

$$\nu_{\tau} + e^{-} \longrightarrow \nu_e + \tau^{-},$$

$$- 1_{\mu} - 1_e \longrightarrow - 1_{\mu} - 1_e.$$

El número leptónico por familia se conserva.

El diagrama de la interacción es

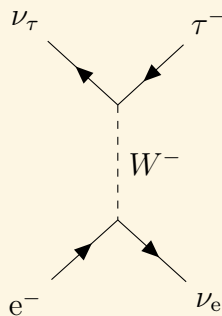


Figura 4: Diagrama de Feynman para la interacción $\nu_{\tau} + e^{-} \longrightarrow \nu_e + \tau^{-}$

Problema 4

¿Es posible el decaimiento siguiente?

$$\Sigma^- \longrightarrow \Lambda^0 + e^- + \bar{\nu}_e$$

De ser posible dibuja su diagrama de Feynman, ¿qué tipo de interacción es?

Solución

Verificamos las conservaciones, tal que para la energía tenemos

$$1197.449 \text{ MeV} \longrightarrow 1115.683 \text{ MeV} + 0.511 \text{ MeV} + 0$$

La energía del lado izquierdo es mayor, por lo que la energía se conserva. Vemos entonces si la carga se conserva,

$$-1e \longrightarrow 0 - 1e + 0,$$

$$-1e \longrightarrow -1e.$$

La carga se conserva. Ahora veremos si el número bariónico y leptónico se conserva, recordando que $\Sigma^- = dds$ y $\Lambda^0 = uds$ son bariones y e^- , $\bar{\nu}_e$ son leptones de la misma familia. Así,

- Número bariónico

$$+1 \longrightarrow +1,$$

\therefore El número bariónico se conserva.

- Número leptónico

$$0 \longrightarrow +1_e - 1_e,$$

$$0 \longrightarrow 0,$$

\therefore El número leptónico se conserva.

Además por cómo están definidos Σ^- y Λ^0 debemos verificar si se conserva la extrañeza,

$$-1 \longrightarrow -1.$$

La extrañeza se conserva.

Dibujamos su diagrama de Feynman,

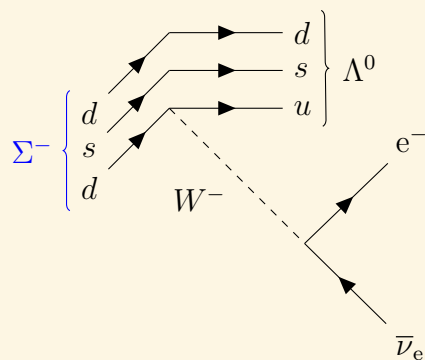


Figura 5: Diagrama de Feynman para el decaimiento de Σ^- .

Problema 5

¿Es posible la siguiente interacción?

$$\nu_\mu + p \longrightarrow \nu_\mu + p$$

Dibuja el diagrama de Feynman. ¿Qué tipo de interacción es?

Solución

No verificamos la conservación de la energía, pues es una interacción. Por otro lado notemos que en ambos lados de la interacción tenemos los mismos elementos, por lo que inmediatamente se puede ver que la carga, el número leptónico y el número bariónico se conservan.

El diagrama de Feynman para la interacción es el siguiente:

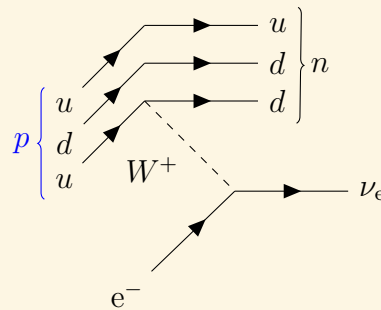


Figura 6: Diagrama de Feynman para la interacción $\nu_\mu + p \longrightarrow \nu_\mu + p$.

Problema 6

¿Por qué los gluones son los únicos bosones de norma que pueden interactuar entre sí? ¿Puede un gluon provocar el cambio de carga de color en un cuark?

Problema 7

¿Podrían existir hadrones compuestos por una combinación cuark-anticuark-cuark-anticuark, o mesones formados por puros gluones? Desarrolla tu respuesta.
