

Tarea 1

Entrega: 28 de agosto de 2023

Problema 1

Calcula el factor relativista γ de un protón de 10 GeV de energía total y de un electrón de 1 GeV.

Solución

Recordemos que el factor relativista γ está dado por:

$$\gamma = \frac{E}{mc^2}. \quad (1.1)$$

Además, que las masas del electrón (m_e) y protón (m_p) son $0.511 \text{ MeV}/c^2$ y $938 \text{ MeV}/c^2$, respectivamente. Por lo tanto, el factor relativista del protón es:

$$\begin{aligned} \gamma_p &= \frac{10 \times 10^9 \text{ eV}}{(938 \times 10^6 \text{ eV}/c^2) \cdot c^2}, \\ &= \frac{10 \times 10^9 \text{ eV}}{938 \times 10^6 \text{ eV}}, \\ \gamma_p &= 10.661 \text{ eV}. \end{aligned}$$

Y para el electrón,

$$\begin{aligned} \gamma_e &= \frac{1 \times 10^9 \text{ eV}}{(0.511 \times 10^6 \text{ eV}/c^2) \cdot c^2}, \\ &= \frac{1 \times 10^9 \text{ eV}}{0.511 \times 10^6 \text{ eV}}, \\ \gamma_e &= 1956.95 \text{ eV}. \end{aligned}$$

Problema 2

Calcula el camino libre medio de ese mismo protón que cruza un bloque de plomo, con sección eficaz de 1 barn.

Solución

Sabemos que el camino libre medio se obtiene a partir de

$$\lambda = \frac{1}{n\sigma}, \quad (2.1)$$

donde σ es la sección eficaz y $n = \rho N_A / A$ es la densidad volumétrica de blancos.

Para poder obtener el valor de n , debemos conocer ρ , A y N_A .

$$\rho = 1.1350 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3},$$

$$A = 207.2 \text{ g/mol},$$

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} / \text{mol}.$$

Así, la densidad de blancos n es:

$$n = \frac{1.1350 \text{ g/cm}^3 (6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1})}{207.2 \text{ g/mol}}$$

$n = 3.2987 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}.$

(2.2)

Sustituyendo (2.2) y $\sigma = 1 \text{ barn} = 1 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$ en (2.1), obtenemos:

$$\lambda = \frac{1}{(3.2987 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3})(1 \times 10^{-24} \text{ cm}^2)}$$

$\lambda = 303.147 \text{ cm}.$

Problema 3

¿Es posible el siguiente decaimiento?

$$\tau^- \longrightarrow \nu_\tau + \mu^- + \bar{\nu}_\mu$$

¿Qué tipo de interacción es: electromagnética, nuclear fuerte o débil? Dibuja el diagrama de Feynman asociado si el decaimiento es posible.

Solución

El diagrama de Feynman asociado es el siguiente:

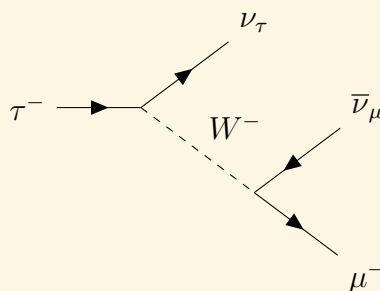


Figura 1: Diagrama de Feynman asociado al decaimiento del tauón.

Problema 4

¿Es posible la siguiente interacción?

$$e^{-} + e^{-} \longrightarrow e^{-} + e^{-}$$

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

Solución

El diagrama de Feynman asociado es el siguiente:

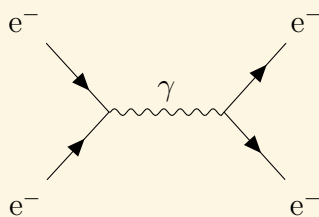


Figura 2: Diagrama de Feynman asociado a la colisión de dos electrones.

Problema 5

¿Son posibles los siguientes decaimientos e interacciones?

- $\Omega^- \longrightarrow \Sigma^+ + e^- + \bar{\nu}_e$
- $p + e^- \longrightarrow n + \nu_e$
- $\pi^+ + n \longrightarrow \pi^+ + p$

Justifica tus respuestas.
