

ESTRUCTURA DE LA MATERIA 4
PRIMER CUATRIMESTRE DE 2017

PRÁCTICA 1: LEYES DE CONSERVACIÓN RELATIVISTAS

1. 🐰 Escriba la expresión del momento y energía relativista de una partícula de masa m y derive a partir de ella las relaciones: a) $E^2/c^2 - p^2 = m^2c^2$. b) $p = E \frac{v}{c^2}$. Analice las dos relaciones en el límite $v \rightarrow c$.
2. Considere en la física Newtoniana el proceso $A + B \rightarrow C + D$. Muestre que las leyes de conservación de energía y momento Newtonianas válidas en cualquier sistema de referencia inercial implica la conservación de las masas, es decir, que $m_A + m_B = m_C + m_D$. Analice el caso relativista y muestre que en ese caso la conservación del cuadrimomento en un sistema implica la conservación en cualquier otro sin ninguna implicación extra.
3. 🐰 Considere una desintegración de un cuerpo en el estado inicial, a dos cuerpos en el estado final, i.e. $A \rightarrow BC$. Halle las energías de las partículas B y C cuando la partícula A se halla en reposo. Empleando esta desintegración, calcule el impulso del muón en la desintegración $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$, suponiendo que el pión se encuentra inicialmente en reposo. ¿Qué distancia recorrería este muón en el vacío (en promedio) antes de desintegrarse?
4. Discuta la cinemática del decaimiento del neutrón que llevó a suponer la existencia del neutrino. Es decir, la cinemática de un proceso en el cual al neutrón se lo ve decaer en un electrón y un protón como parte del estado final.
5. Los primeros antiprotones fueron creados en el Bevatrón (Berkeley) en la reacción $pp \rightarrow ppp\bar{p}$. En tal caso se utilizó un haz de protones de energía E que colisiona con un blanco fijo de protones. Se pregunta:
 - (a) ¿Cuál sería la energía mínima necesaria (umbral) E para producir dicho antiprotón?
 - (b) ¿Cómo cambiaría la situación en caso de colisionar dos haces de protones en lugar de utilizar un blanco fijo?

(Nota histórica: los primeros antiprotones fueron descubiertos cuando el acelerador alcanzó la energía cercana a los 6 GeV.)
6. Muestre que el proceso $e^+e^- \rightarrow \gamma$ está cinemáticamente prohibido para $m_\gamma = 0$.
 - (a) ¿De qué forma podría ser posible dicha desintegración de pares dando origen a sólo fotones?
 - (b) ¿Qué ocurriría si el fotón tuviese una masa distinta de cero?
7. Considere el proceso elástico $\bar{\nu}_\mu + e^- \rightarrow \bar{\nu}_\mu + e^-$. Demuestre que en el sistema del laboratorio, donde el electrón se halla originalmente en reposo, el ángulo de emisión θ del electrón respecto del antineutrino incidente está dado por

$$\sin^2 \theta = \frac{2m}{T + 2m} \left(1 - \frac{T}{E_\nu} - \frac{mT}{2E_\nu^2} \right),$$

donde m es la masa del electrón, E_ν la energía del antineutrino incidente y $T = E - m$ la energía cinética del electrón saliente.