

FÍSICA DE PARTÍCULAS - 1

1. La masa del mesón de Yukawa puede ser estimada usando el Principio de Incertidumbre para la energía y el tiempo. Cuando dos protones en un núcleo intercambian un mesón de masa m se “viola” la conservación de la energía durante un tiempo determinado por este Principio. Considere el tamaño típico de un núcleo y que el mesón es relativista para estimar esta masa m .

2. Antes del descubrimiento del neutrón se pensaba que el núcleo consistía en protones y electrones, siendo el número atómico el exceso en número de los primeros. El decaimiento beta parecía sostener este argumento. Considere la relación de incertidumbre espacio-impulso para estimar el mínimo momento de un electrón confinado en un núcleo. Determine su energía y compare con la energía típica de electrones emitidos en decaimiento beta (por ejemplo en tritio).

3. En el sistema natural de unidades escriba el valor de:

- a) 1 GeV en cm^{-1}
- b) La masa del electrón en cm^{-1} y sec^{-1} .
- c) La constante de Newton.
- d) La vida media del pión, muón y neutrón en MeV, cm^{-1} y sec^{-1} .

4. Indique un decaimiento cinemáticamente permitido y que solo esté prohibido por una de las leyes de conservación vistas en clase.

5. a) Busque en las tablas de radioisótopos y de varios ejemplos de decaimiento beta + y -, así como decaimiento gamma y alpha, indicando las energías típicas para estos decaimientos.

b) Explique qué es la conversión interna, captura electrónica y los electrones Auger.

c) Dibuje el esquema de decaimiento del Cobalto-60 y K-40, indicando el significado de la información disponible en las tablas. Compare la energía máxima del espectro beta observado con la energía calculada en clase.

6. a) La fórmula de masa de Gell-Mann/Okubo relaciona las masas de los miembros del octete bariónico (despreciando las pequeñas diferencias de masa entre p y n; Σ^+ , Σ^0 y Σ^- ; Ξ^0 y Ξ^-):

$$2(m_N + m_\Xi) = 3m_\Lambda + m_\Sigma$$

Use esta fórmula (poniendo para N, Ξ y Σ los valores promedios) para predecir la masa de la partícula Λ ; compare este valor con el PDG.

b) Una fórmula similar se aplica al octete mesónico, pero sustituyendo $m \rightarrow m^2$ (y $\Sigma \rightarrow \pi$, $\Lambda \rightarrow \eta$, etc.); use esa fórmula para estimar la masa del mesón η y compare con PDG.

c) La fórmula de masa para el decuplete es más sencilla (igual espaciamiento entre filas):

$$M_\Delta - M_{\Sigma^*} = M_{\Sigma^*} - M_{\Xi^*} = M_{\Xi^*} - M_\Omega$$

Use esta fórmula, como hizo Gell-Mann, para estimar la masa del barión Ω^- . Compare con PDG ($\Xi^* \equiv \Xi(1530)$ y $\Sigma^* \equiv \Sigma(1385)$).

7. a) Los miembros del decuplete bariónico decaen (en tiempos típicos de 10^{-23} s) en un barión más liviano del octete y un mesón (pseudoscalar del octete mesónico). Por ejemplo, $\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$. Escriba todos los modos de decaimiento por interacciones fuertes para Δ^- , Σ^{*+} y Ξ^{*-} . Indique cuáles están prohibidos por la cinemática.

b) Considere los decaimientos fuertes posibles para Ω^- y compare con la situación en a). Gell-Mann predijo entonces que esta partícula sería metaestable, con vida media mucho mayor que los otros miembros del decuplete.

c) verifique la relación de Coleman-Glashow para las masas:

$$M_{\Sigma^+} - M_{\Sigma^-} = M_p - M_n + M_{\Xi^0} - M_{\Xi^-}$$