EXAMEN PARCIAL 1 DE FISICA DE PARTÍCULAS – FISI_3152

NOMBRE: Solución **CÓDIGO:** 201720 **NOTA:**------------------------/**20**

$\hbar$ = 6.6x10^{-22}MeV s. 1 fm = 10^{-15}m.

1. Con base en la 'crossing symmetry' explique cómo se llegó al descubrimiento experimental del 'neutrino'.
2. Un modelo simplificado del deuterón consiste de un neutrón y un protón en un pozo cuadrado de potencial de radio 2 fm y profundidad 35 MeV. Discuta la consistencia de este modelo con los principios de la física cuántica.
3. Considere la dispersión de Compton: calcule el cambio en la longitud de onda del fotón dispersado, respecto a la del incidente, en función del ángulo de dispersión θ. Identifique la longitud de onda de Compton.
4. Cuáles de las siguientes reacciones pueden proceder mediante la interacción fuerte, cuáles mediante la electromagnética, cuáles mediante la débil, cuáles no tienen lugar y por qué o cuáles tienen una restricción especial para que puedan ocurrir? (**Σ**$^+$ = "uus". K$^+$ = "u anti s". K^0 = "d anti s").

$p \to n + e^+ + \nu_e$ No puede ocurrir por conservación de la energía: $m_p < m_n$
Restricción: se requeriría de un cierto medio nuclear, por ej.

$p + p \to p + \Lambda + K^+$ Λ = "uds" → procede mediante interacción fuerte + energía.

$p + p \to p + \Lambda + \pi^+$ Solo interacción débil: violación de la extrañeza: $\Delta S = 1$
+ energía (del colisionador, por ejemplo.)

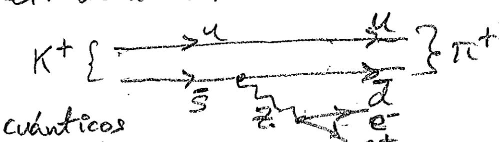
$\pi^- + p \to \Lambda$ + anti K^0 Muy restringida: $\Delta S = 2$: Ocurre en 2º orden perturbativo de interacción débil.

$K^+ + n \to \Sigma^+ + \pi^0$ $\Delta S = 2$: teóricamente debe ocurrir en 2º orden (varios vértices, varios bosones gauge), fuerza débil.

anti p + p → K^+ + anti K^0 + π^- Ocurre mediante interaccion fuerte ($\Delta Q = 0$, $\Delta S = 0$, etc.)

anti p + p → $\Lambda + \Lambda$ + anti n $\Delta B = 1$: No ocurre, violaría conservación del número bariónico (conservado universalmente hasta hoy).

$K^+ \to \pi^+ + e^+ + e^-$ $\Delta S = 1$ → interacción débil:



$\mu^+ \to e^+ + e^- + e^+$ No ocurre: violación de los números cuánticos leptónicos e (electrónico) y μ (muónico).

$\Sigma^0 \to \Lambda + \gamma$ Σ^0 = "uds" I=1 Λ = "uds" I=0 $\Delta I = 1$ $\Delta I_3 = 0$ ⇒ procede por interacción electromagnética.

5. $\Lambda \to p + \pi^-$. Determine la masa de la partícula lambda M en términos del ángulo θ entre el protón y el pión, sus masas, sus energías y sus 3-momentos.

SOLUCIÓN:

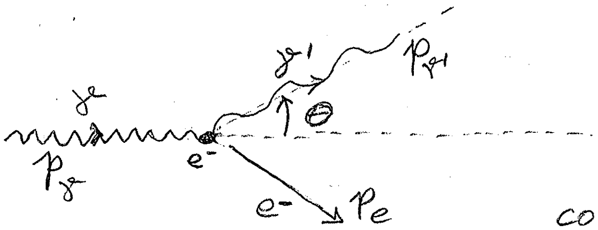
1. $N_Z^A \to N_{Z+1}^A + e^- + \bar{\nu}_e \xrightarrow[\text{Symmetry}]{\text{Crossing}} \bar{\nu}_e + N_{Z+1}^A \to N_Z^A + e^+$

Haz intenso de $\bar{\nu}_e$ (de reactor nuclear) interaccionan débilmente con la materia (tanque de agua): No es complicado detectar los e^+'s (Cowan y Reines): confirmación contundente de la existencia del neutrino, a la rata predicha exactamente.

2. El tamaño del sistema ($\Delta x \sim x = 2\times10^{-15}$m) debe ser consistente con las energías típicas $\Delta E \sim E \simeq 35$ MeV de ese sistema: es lo esperado, con base en el principio de incertidumbre de Heisenberg:
$\Delta p \Delta x \sim px \sim \hbar/2 \Rightarrow p \sim \hbar/2x$. $E_{tot} = m_{tot}c^2 \simeq 2$GeV >> 35 MeV ⇒ Física no relativista:

$$E = \frac{p^2}{2m} \sim \frac{1}{2m}\frac{\hbar^2}{4x^2} \cong \frac{1}{8\times10^3\,\text{MeV}/c^2} \times \frac{(6.6\times10^{-22}\,\text{MeV}\cdot s)^2}{(2\times10^{-15}m)^2} \cong \frac{9\times10^{16}}{32\times10^3}\,\frac{40\times10^{-44}}{10^{-30}}\,\text{MeV} \sim 1\,\text{MeV} \text{ Consistente.}$$

3.



Respecto a la velocidad de la luz el e- inicial se puede asumir en reposo. $m_e = m$.

conservación de la energía-momento:

$$p_\gamma + p_{ei} = p_{\gamma'} + p_e \Rightarrow p_e = p_\gamma - p_{\gamma'} + p_{ei} \Rightarrow p_e^2 = (p_\gamma - p_{\gamma'})^2 + p_{ei}^2 + 2p_{ei}\cdot(p_\gamma - p_{\gamma'})$$

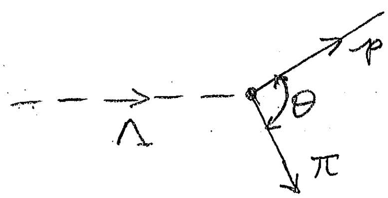
$$\Rightarrow m^2c^2 = p_\gamma^2 + p_{\gamma'}^2 - 2p_\gamma \cdot p_{\gamma'} + m^2c^2 + 2p_{ei}^0(p_{\gamma 0} - p_{\gamma' 0}) \qquad \vec{p}_{ei} = 0$$

$$\Rightarrow 0 = 0 + 0 - 2(p_{\gamma 0}p_{\gamma'}^0 - \vec{p}_\gamma \cdot \vec{p}_{\gamma'}) + mc\left(\frac{h\nu}{c} - \frac{h\nu'}{c}\right)$$

$$\Rightarrow mc\left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\right) = \frac{h}{\lambda}\frac{h}{\lambda'} - \frac{h}{\lambda}\frac{h}{\lambda'}\cos\theta \Rightarrow \boxed{\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta)}$$

$$\lambda_c \equiv \lambda_{compton} \equiv \frac{h}{mc} \Longrightarrow \boxed{\lambda' - \lambda = \lambda_c(1-\cos\theta)} \qquad \lambda_c \simeq 2.4\times10^{-12}\,m$$

5.



$$p_\Lambda = p_p + p_\pi$$

$$\Rightarrow p_\Lambda^2 = M^2c^2 = (p_p + p_\pi)^2 = m_p^2c^2 + m_\pi^2c^2 + 2p_p\cdot p_\pi$$

$$\Rightarrow M^2c^2 = m_p^2c^2 + m_\pi^2c^2 + 2\left(\frac{E_pE_\pi}{c^2} - \vec{p}_p\cdot\vec{p}_\pi\right) \Rightarrow \boxed{M = \left(m_p^2 + m_\pi^2 + \frac{2}{c^4}E_pE_\pi - \frac{2}{c^2}|\vec{p}_p||\vec{p}_\pi|\cos\theta\right)^{1/2}}$$