

Física de Partículas Elementales (G71)

4 Curso - Grado de Física (31 de Enero de 2018)

Cuestión 1. Demuestra que el proceso $\gamma \rightarrow e^+ e^-$ no puede producirse en el vacío (1 punto). Encuentra el máximo ángulo de apertura entre los fotones producidos en el decaimiento $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ si la energía total del pion es 10 GeV, teniendo en cuenta que la masa del pion es 135 MeV (1 punto).

Cuestión 2. Utilizando la expresión $(\gamma^\mu p_\mu - m)u = 0$ obten la expresión para el spinor adjunto $\bar{u}(\gamma^\mu p_\mu - m) = 0$ sabiendo que $\{\gamma^\mu, \gamma^\nu\} = 2g^{\mu\nu}$ (1 punto). Sin utilizar las expresiones explícitas para los espinores u , muestra que si tenemos la condición de normalización $u^\dagger u = 2E$, entonces $\bar{u}u = 2m$ (1 punto). **Pista:** Multiplica $\bar{u}\gamma^\nu$ por la izquierda a $(\gamma^\mu p_\mu - m)u = 0$ y $\gamma^\nu u$ por la derecha a $\bar{u}(\gamma^\mu p_\mu - m) = 0$, súmalas y considera el caso $\nu = 0$ sabiendo que $(\gamma^0)^2 = 1$.

Cuestión 3. Escribir la expresión de la regla de oro de Fermi y discutir el significado de los diferentes términos (1 punto). Considera el proceso weak $e^- \nu_\mu \rightarrow \nu_e \mu^-$: dibuja el diagrama de Feynman asociado de primer orden (0.5 puntos). Con ayuda de las reglas de Feynmann indica la estructura que tendría el elemento de matriz asociado, explicando brevemente lo que es cada término (0.5 puntos).

Cuestión 4. Definir el concepto de helicidad y de quiralidad (0.5 puntos). Explica la relación que existe entre el hecho de que la fuerza débil viola la simetría CP y que los bosones W solo interaccionen con la parte left-handed de las partículas (right-handed para antipartículas) (1 punto). Demostrar las siguientes relaciones entre los operadores de proyección quiral (chiral): $P_R + P_L = 1$, $P_R P_R = P_R$, $P_L P_L = P_L$ y $P_R P_L = 0$. **Pista:** Recuerda que $(\gamma^5)^2 = 1$ en donde


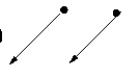

$$\gamma^5 = i\gamma^0\gamma^1\gamma^2\gamma^3 = \begin{bmatrix} 0 & I_{2 \times 2} \\ I_{2 \times 2} & 0 \end{bmatrix}$$

Cuestión 5. El π^- se desintegra vía interacción débil cargada en un par de leptones. Experimentalmente se encuentra que:




$$\frac{\Gamma(\pi^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_e)}{\Gamma(\pi^- \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu)} = 1,23 \times 10^{-4}$$

Discutir el papel de la helicidad para que se verifique esta relación.


EXTERNAL LINES

spin 1/2 fermion (in,out)		$u \quad \bar{u}$
spin 1/2 antifermion (in,out)		$\bar{v} \quad v$
spin 1 photon (in,out)		$\epsilon_\mu \quad \epsilon_\mu^*$

INTERNAL LINES (PROPAGATORS)

spin 1/2 fermion		$\frac{i(p+m)}{p^2 - m^2}$
Massive spin 1 boson		$\frac{-i(g_{\mu\nu} - p_\mu p_\nu / M^2)}{p^2 - M^2}$
massless spin 1 photon		$\frac{-ig_{\mu\nu}}{p^2}$

VERTEX FACTORS

spin 1/2 ($-e$) – photon		$ie\gamma^\mu$
----------------------------	---	----------------