

Lista de Exercícios de Física de Partículas - 2019/1

Prof. Wagner Carvalho (DFNAE/IF/UERJ)

June 3, 2019

1. Escreva as equações em formato simbólico que descrevem as seguintes equações:
 - a) espalhamento elástico de um antineutrino do elétron e de um pósitron;
 - b) espalhamento elástico de um próton e de um nêutron;
 - c) aniquilação de um próton e um antipróton produzindo um elétron, um pósitron e um fóton.
2. Desenhe os diagramas de Feynman em ordem mais baixa que contribuem para os seguintes processos:
 - a) $\gamma + e^- \rightarrow \gamma + e^-$;
 - b) espalhamento elástico $\nu_e \bar{\nu}_e$.(Dica: há dois diagramas para cada uma das reações.)
3. As matrizes α_i ($i = 1, 2, 3$) e β na equação de Dirac podem ser representadas da seguinte forma:

$$\alpha_i = \begin{pmatrix} \mathbf{0} & \sigma_i \\ \sigma_i & \mathbf{0} \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \mathbf{1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & -\mathbf{1} \end{pmatrix},$$

onde $\mathbf{1}$ e $\mathbf{0}$ são as matrizes 2×2 unitária e nula, respectivamente, e σ_i as matrizes de Pauli:

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Verifique que as matrizes α_i e β satisfazem as relações de anticomutação:

$$[\alpha_i, \beta] \equiv \alpha_i \beta + \beta \alpha_i = 0 \quad \text{e} \quad [\alpha_i, \alpha_j] = 0, \quad \text{onde } i \neq j.$$

4. A amplitude de espalhamento em ordem mais baixa (aproximação de Born) em teoria de perturbação é dada pela expressão:

$$M(\vec{q}) = g \int U(\vec{r}) e^{i\vec{q}\cdot\vec{r}} d^3\vec{r}$$

sendo $\vec{q} = \vec{q}_f - \vec{q}_i$, o momento transferido.

Mostre que

$$M(\vec{q}) = \frac{gg_0}{|\vec{q}|^2 + M^2}$$

para o potencial de Yukawa:

$$U(\vec{r}) = \frac{g_0}{4\pi r} e^{-r/R}$$

M é a massa da partícula mediadora e $R = 1/M$ o alcance da interação.