

# 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  $\alpha_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) e  $\beta$  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  $2 \times 2$  unitária e nula, respectivamente, e  $\sigma_i$  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  $\alpha_i$  e  $\beta$  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.