

# Série de Exercícios 1

**Nota:** A resolução dos exercícios deverá ser entregue até 22 de Outubro por e-mail para pimenta@lip.pt. O ficheiro deverá estar em formato pdf e o seu nome deverá ser serie1\_XXXXX.pdf (onde XXXXX é o número do aluno).

1. Suponha um colisionador  $e^+e^-$  com feixes com uma energia no Laboratório de cerca de 50 GeV. Suponha ainda que cada pacote dos feixes contém  $10^{10}$  partículas que podem ser modelados no Laboratório por cilindros de carga uniforme com um raio de  $1 \mu\text{m}$  e um comprimento de 2 mm. Determine:

- O raio e o comprimento de cada pacote para um observador que *viaja* num dos pacotes.
- O tempo de cruzamento dos dois pacotes para um observador que *viaja* num dos pacotes.
- O número de acontecimentos hadrónicos resultante do cruzamento dos dois pacotes admitindo uma secção eficaz  $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$  a 100 GeV no C.M. de 10 nb.
- O valor do campo magnético  $B$  num ponto a uma distância radial de  $1 \mu\text{m}$  quando os dois pacotes se cruzam.

2. Considere uma colisão de um feixe de prótons com um alvo de Hidrogénio. Como resultado da colisão um ou dois prótons intervenientes podem sofrer uma *difracção* dando origem a um sistema no estado final com dois prótons e vários píões. Determine:

- A energia mínima do feixe para que seja possível a reacção em que o próton incidente se dissocia num próton e quatro píões (não havendo *difracção* do próton alvo).
- A energia mínima do feixe para que seja possível a reacção em que o próton alvo se dissocia num próton e quatro píões (não havendo *difracção* do próton projectil).
- A energia mínima do feixe para que seja possível a reacção em que cada um dos prótons se dissocia num próton e quatro píões.

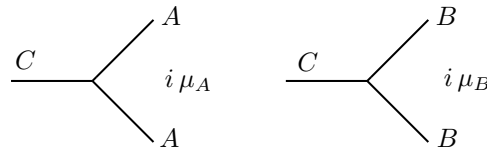
3. Considere a seguinte reacção resultante da colisão de um feixe de píões com um alvo de Hidrogénio:

$$\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$$

Determine no Laboratório:

- O tempo de vida e a distância média percorrida por um  $\rho^0$  de 5 GeV.
- A energia mínima do feixe para que a reacção seja possível.
- O número de  $\rho^0$  produzidos por colisão admitindo uma secção eficaz de 1mb, um alvo com 30 cm de comprimento e uma densidade de  $0.07 \text{ g cm}^{-3}$ .
- O ângulo mínimo entre os dois piões resultante do decaimento de um  $\rho^0$  de 5 GeV produzido na direcção do feixe ( $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ).

4. Considere uma teoria com 3 escalares neutros  $A, B, C$ , que interagem de acordo com os diagramas seguintes



onde as constantes  $\mu_A$  e  $\mu_B$  têm as dimensões duma massa ( $\hbar = c = 1$ ). Sabe-se que  $m_C > 2m_A$ .

- Calcule a largura de decaimento  $\Gamma(C \rightarrow A + A)$  em função das massas  $m_A$  e  $m_C$ .
- Para o processo  $A + A \rightarrow B + B$  desenhe o(s) diagrama(s) que contribuem em ordem mais baixa e escreva a(s) respetiva(s) amplitude(s).
- Calcule a secção eficaz diferencial  $d\sigma/d\Omega$  no referencial do CM em função do quadrado da energia no CM,  $s = (p_1 + p_2)^2$  e das massas das partículas.
- No limite em que  $\sqrt{s} \gg m_A, m_B, m_C$  despreze as massas e calcule a secção eficaz total no CM.
- Verifique que a menos do factor numérico podia ter obtido este resultado por análise dimensional.