

# Curso de Partículas I – Aceleradores e Detectores

## Lista 1

1) Considere um feixe de prótons. Calcule a energia que o próton deve ter para que a colisão com outro próton dê origem a um estado final de 2 prótons + 2 píons, no caso em que o próton-alvo está:

- a) em repouso.
- b) em um feixe de mesma energia, em sentido contrário.

Dados: reação:  $p + p \rightarrow p + p + \pi^- + \pi^+$   
massa  $p$ : 938.3 MeV  
massa  $\pi$ : 139.6 MeV

2) Considere um feixe de prótons acelerados em um síncrotron. Quando são injetados no acelerador, os prótons têm uma energia de 40 MeV; a partir daí eles são acelerados até 2500 MeV, quando são extraídos do acelerador para colisão. A órbita tem uma circunferência de 183.472 m. Quais são o momento, velocidade e frequência de revolução:

- a) no momento da injeção?
- b) no momento da extração?

O que isso implica para o campo magnético e para a frequência RF?

3) Um ímã de quadrupolo gera, na região  $0 < z < L$ , um campo de quadrupolo magnético da forma  $\mathbf{B}(\mathbf{x}) = (B_x, B_y, B_z) = G_0 \cdot (y, x, 0)$ . Considere uma partícula ultrarelativística carregada de massa  $m$ , carga  $q$ , posição inicial  $\mathbf{x} = (d, d, 0)$  e velocidade inicial  $\mathbf{v} = (0, 0, c)$ . A partícula se move através do campo magnético.

a) Calcule (aproximadamente!) a distância da partícula ao eixo  $z$  após emergir do campo de quadrupolo. Se necessário, considere  $d \ll L$  e que  $L \ll \sqrt{\frac{mc}{qG_0}}$

b) Considere um segundo quadrupolo, gerando um campo magnético  $\mathbf{B}(\mathbf{x}) = G_0 \cdot (-y, -x, 0)$  – essencialmente um quadrupolo rodado de  $90^\circ$  em relação ao primeiro –, onde esse campo é gerado na região  $L+k < z < 2L+k$ . A partícula sai então do primeiro quadrupolo, percorre uma distância  $k$ , e atravessa o segundo quadrupolo. Calcule (também aproximadamente!) a distância da partícula ao eixo  $z$  após emergir do campo do segundo quadrupolo. Encontre o valor de  $k$  tal que essa distância seja a menor possível.