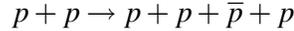


## Esercizi 1 – Cinematica

- 1) Si consideri la produzione di antiprotoni da un fascio di protoni con impulso  $p=5.5 \text{ GeV}/c$ .  
La reazione piu' "economica" in termini energetici e':



- a) Perché'?

Conservazione del numero barionico:  $1 + 1 = 1 + 1 + (-1) + 1$

- b) Produzione su idrogeno: protoni . E' sopra soglia?

En. di soglia:

$$E_s = 4m_p = 4 * 0.938 = 3.752 \text{ GeV}$$

En. tot. nel CM:

$$\begin{aligned} s &= |p_{p1} + p_{p2}|^2 = |(E_1, \mathbf{p}_1) + (m_p, 0)|^2 = |(E_1 + m_p, \mathbf{p}_1)|^2 \\ s &= E_1^2 + m_p^2 + 2E_1m_p - |\mathbf{p}_1|^2 = 2(m_p^2 + E_1m_p) \\ \rightarrow E_{CM} &= \sqrt{s} = \sqrt{2(m_p^2 + E_1m_p)} = 3.476 \text{ GeV} \end{aligned}$$

$E_{CM}$  e' insufficiente a creare lo stato finale desiderato

- c) Produzione su ferro: nuclei (momento di Fermi  $\approx 200 \text{ MeV}/c$ )

En. tot. nel CM:

$$\begin{aligned} s &= |p_{p1} + p_{p2}|^2 = |(E_1, \mathbf{p}_1) + (E_2, \mathbf{p}_2)|^2 = |(E_1 + E_2, \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2)|^2 \\ s &= (E_1 + E_2)^2 - (\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2)^2 = 2m_p^2 + 2E_1E_2 - 2\mathbf{p}_1 \cdot \mathbf{p}_2 = 2(E_1E_2 + |\mathbf{p}_1||\mathbf{p}_2|) \\ E_1 &= 5.5 \text{ GeV} \\ E_2 &= \sqrt{0.938^2 + 0.2^2} = 0.959 \text{ GeV} \\ \rightarrow E_{CM} &= \sqrt{s} = \sqrt{2(E_1E_2 + |\mathbf{p}_1||\mathbf{p}_2|)} = 3.866 \text{ GeV} \end{aligned}$$

$E_{CM}$  e' sufficiente a creare lo stato finale desiderato

2) Si consideri un muone con energia  $E = 7.5 \text{ GeV}$  nel LAB

a) Qual e' la sua velocita'?

$$\beta = \frac{p}{E}$$
$$p = \sqrt{7.5^2 - 0.106^2} = 7.4992 \text{ GeV}$$
$$\rightarrow \beta = \frac{7.4992}{7.5} = 0.99990$$

b) Nel suo riferimento di quiete, il muone decade dopo 1 vita media ( $\tau = 2.2 \mu\text{s}$ ). Qual e' la durata della sua vita nel LAB?

$$T = \gamma\tau$$
$$\gamma = \frac{E}{m} = \frac{7.5}{0.106} = 70.75$$
$$\rightarrow T = 70.75 * 2.210^{-6} = 155.66 \mu\text{s}$$

c) Qual e' la distanza che percorre nel LAB?

$$L = \beta T \cong T = 155.66 \mu\text{s}$$
$$\rightarrow L = 3 \cdot 10^{10} \cdot 155.66 \cdot 10^{-6} \text{ cm} = 467 \cdot 10^4 \text{ cm}$$

3) Due palle di massa  $m$ , con velocita'  $\beta = 0.6$  uguale in modulo e direzione opposta collidono anelasticamente. Qual e' la massa della superpalla prodotta (ferma)?

$$\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = 0$$
$$E = E_1 + E_2 = 2m\gamma = \frac{2m}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{5}{4} 2m > 2m$$