

## **Esercizio 1**

Il mesone  $\pi^0$  è stato scoperto inviando fotoni energetici su un bersaglio di protoni, tramite la reazione:

$$\gamma p \rightarrow \pi^0 p$$

1. Calcolare l'energia minima del fotone affinché questa reazione ha luogo (ignorare l'impulso di Fermi dei protoni del bersaglio);
2. Mettersi nella configurazione di soglia e calcolare:
  - A. La velocità  $\beta_{cm}$  del centro di massa nel laboratorio;
  - B. L'energia del fotone nel sistema di riferimento del centro di massa.

$$[ m(p) = 938 \text{ MeV}, m(\pi^0) = 135 \text{ MeV} ]$$

## **Esercizio 2**

Un fascio di pioni  $\pi^-$  con impulso nel laboratorio di 2.00 GeV decade in volo tramite:

$$\pi^- \rightarrow \mu^- \nu_\mu$$

Calcolare:

1. L'angolo massimo  $\theta_{max}$  formato nel laboratorio dal  $\mu^-$  con la direzione di volo del  $\pi^-$ , e l'energia del  $\mu^-$  in corrispondenza di  $\theta_{max}$ ;
2. L'energia massima  $E_{max}$  del  $\mu^-$  nel laboratorio, e l'angolo che forma con il  $\pi^-$  quando assume  $E_{max}$ ;
3. Il cammino percorso in media nel laboratorio dal  $\mu^-$  prima di decadere, nella configurazione di  $E_{max}$ .

$$[ m(\pi^-) = 140 \text{ MeV}; m(\mu^-) = 105 \text{ MeV}; m(\nu_\mu) = 0, \tau_0(\mu^-) = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ s} ]$$