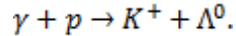


# Prova scritta del Corso di Fisica Nucleare e Subnucleare I ( A.A. 2014-2015 )

Martedì 8 settembre 2015

**Problema 1:** I mesoni  $K^+$  possono essere fotoprodotti attraverso la reazione

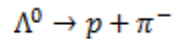


- a) Calcolare l'energia minima  $E_{\min}$  che deve avere il fotone nel laboratorio, dove il protone è a riposo, affinché la reazione abbia luogo.

Se si considera il moto del protone nel nucleo (moto di Fermi), la reazione può aver luogo con una energia inferiore a  $E_{\min}$ .

- b) Calcolare l'energia minima  $E_{\min}^{\text{FERMI}}$  che deve avere il fotone nel laboratorio affinché la reazione abbia luogo, assumendo che l'impulso del protone nel nucleo abbia un modulo di 200 MeV/c.

Si consideri ora il decadimento della  $\Lambda^0$  in  $p$  e  $\pi^-$ :



se la velocità della  $\Lambda^0$  è 0.8 c, determinare nel riferimento del laboratorio:

- c) il massimo impulso,  $|\vec{p}^{\max}|$ , che può avere il  $\pi^-$ ;  
d) il massimo valore,  $(p_{\pi^-})_1^{\max}$ , che può assumere la componente dell'impulso del  $\pi^-$  ortogonale alla linea di volo della  $\Lambda^0$  che decade.

$$[m_p = 938.3 \text{ MeV}/c^2, m_{K^+} = 493.7 \text{ MeV}/c^2, m_{\Lambda^0} = 1115.7 \text{ MeV}/c^2, m_{\pi^-} = 139.6 \text{ MeV}/c^2]$$

**Problema 2:** Un fascio contenente muoni e pioni carichi di impulso pari a 1 GeV/c attraversa un campo magnetico di 0.57 T. Successivamente incide su due scintillatori di NaI(Tl) di spessore  $d = 5$  cm, posti a distanza  $D = 5$  m uno dall'altro.

Calcolare:

- a) il raggio di curvatura della traiettoria nel campo magnetico;  
b) l'energia depositata nel primo scintillatore rispettivamente da pioni e muoni (si trascuri il termine  $\delta(\gamma)$  nella formula di Bethe-Bloch) ed il tempo di volo tra i due scintillatori;  
c) la deviazione media rispetto alla traiettoria centrale con cui i muoni arrivano sul secondo scintillatore, a causa dello scattering multiplo nel primo scintillatore;  
d) per attenuare il fascio di pioni, si interpone un assorbitore in piombo tra i due scintillatori. Assumendo per i pioni in questione una lunghezza di interazione nel piombo di 20 cm, si determini lo spessore necessario affinché il 50% dei pioni interagisca prima di arrivare sul secondo scintillatore.

$$[m_{\pi} = 139.6 \text{ MeV}/c^2, m_{\mu} = 105.7 \text{ MeV}/c^2, \text{NaI(Tl): } \rho = 3.67 \text{ g/cm}^3, I = 452 \text{ eV}, X_0 = 2.59 \text{ cm}, Z/A = 0.45]$$

**Problema 3:** Stabilire quali delle reazioni e decadimenti sotto indicati sono permessi e quali sono proibiti;

- i) per quelli proibiti, indicare **tutti** i numeri quantici (o le leggi di conservazione) che sono violati;  
ii) per quelli permessi, indicare la **forza** che media l'interazione.

1.  $e^+ + e^- \rightarrow \Lambda + \Sigma^0$

2.  $\pi^+ + n \rightarrow \Omega + \bar{K}^0$

3.  $\bar{p} + p \rightarrow \gamma + \gamma$

4.  $\nu_e + n \rightarrow e^+ + \pi^0 + \bar{p}$

5.  $p + p \rightarrow \Sigma^+ + n + K^0 + \pi^+$

6.  $K^- + p \rightarrow \Xi^- + \bar{K}^0$

1.  $\eta \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + \pi^0$

2.  $\mu^- \rightarrow \pi^+ + \nu_{\mu}$

3.  $\pi^0 \rightarrow e^+ + e^- + \gamma$

4.  $\pi^+ \rightarrow e^+ + \mu^- + \mu^+ + \nu_e$

5.  $K^+ \rightarrow \pi^+ + \nu$

6.  $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$