

Prova scritta del Corso di Fisica Nucleare e Subnucleare I

16/11/2015

Esercizio 1

In un esperimento, un fascio di elettroni viene fatto collidere frontalmente con un fascio di positroni di energia $E_{e^+} = 0.6 \text{ GeV}$ per produrre particelle J/Ψ .

a) Calcolare l'energia del fascio di elettroni, E_{e^-} , necessaria per produrre J/Ψ a risonanza (cioè con collisioni con massa invariante pari a $m_{J/\Psi}$).

Della J/Ψ si studiano i decadimenti in $\mu^+\mu^-$ con un rivelatore capace di identificare soltanto i muoni che hanno un impulso trasverso ai fasci maggiore o uguale ad $1 \text{ GeV}/c$.

b) Calcolare l'angolo minimo che un muone deve formare rispetto alla direzione dei fasci affinché il rivelatore sia in grado di identificarlo.

c) Calcolare la massima energia misurata nel laboratorio per un muone identificato dal rivelatore.

d) Calcolare (se esiste) l'angolo massimo di emissione di un muone rispetto ai fasci.

$$[m_{e^-} = m_{e^+} = 0.511 \text{ MeV}/c^2, m_{J/\Psi} = 3.10 \text{ GeV}/c^2, m_\mu = 105.7 \text{ MeV}/c^2]$$

Esercizio 2

Un fascio di μ^- ed e^- passa attraverso un magnete di lunghezza $L = 0.3 \text{ m}$. Il campo magnetico è ortogonale al fascio e la sua intensità è $B = 0.2 \text{ T}$.

a) Se il raggio di curvatura risulta $R = 4.73 \text{ m}$, qual è impulso del fascio?

All'uscita dal magnete, il fascio attraversa due scintillatori di NaI(Tl) distanti $d = 10 \text{ m}$ l'uno dall'altro. Lo spessore dei due scintillatori è $x = 1.2 \text{ cm}$. Calcolare:

b) l'energia depositata nel primo scintillatore da muoni ed elettroni;

c) il tempo di volo tra i due scintillatori di muoni ed elettroni.

Utilizzare, ove necessario, la formula di Bethe-Bloch approssimata come

$$-\frac{dE}{dx} = C \rho_A^Z \frac{z^2}{\beta^2} [\ln(\frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2}{I}) - \beta^2] \text{ con } C = 0.307 \frac{\text{MeV}}{\text{g cm}^{-2}}$$

$$[m_e = 0.511 \text{ MeV}/c^2, m_\mu = 105.7 \text{ MeV}/c^2, \text{ NaI(Tl): } < Z/A > = 0.427, \rho = 3.67 \text{ g/cm}^3, < I > = 452 \text{ eV}, X_0 = 2.59 \text{ cm}, \epsilon_c = 13.4 \text{ MeV}.]$$

Esercizio 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.

Reazioni:

- $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + \Delta^0$
- $e^+ + e^- \rightarrow K^+ + K^-$
- $\mu^- + p \rightarrow e^- + n$
- $\bar{p} + p \rightarrow \pi^0 + \Lambda + K^0$
- $K^- + n \rightarrow \Sigma^- + K^+$
- $\bar{\nu}_\mu + n \rightarrow \mu^+ + n + \pi^-$

Decadimenti:

- $\pi^0 \rightarrow e^+ + e^- + \gamma$
- $\bar{K}_0 \rightarrow \pi^- + \nu_e + \nu_\mu$
- $p \rightarrow n + \nu_\mu + \bar{\nu}_e$
- $\Sigma^{0*} \rightarrow \Lambda + \pi^0$
- $\Xi^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$
- $\Omega^- \rightarrow \Sigma^0 + \pi^+$