

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE - MODULO I
PROVA SCRITTA 12 Febbraio 2003

1. Un apparato sperimentale di rivelazione è costituito da un sistema di tempo di volo TOF di lunghezza L_0 seguito da uno spettrometro a campo magnetico. Una particella di carica elettrica Q nota e di massa M_0 incognita attraversa il TOF (senza perdita apprezzabile di energia) in un tempo T_0 . Entra successivamente nel campo magnetico dello spettrometro perpendicolarmente alle linee di campo e la sua traiettoria subisce una deflessione. Determinare la massa a riposo M_0 della particella in funzione del tempo T_0 misurato nel TOF, della sua lunghezza L_0 , del raggio di curvatura R nello spettrometro e dell'intensità B del campo magnetico.
2. Nel tubo a vuoto del collisionatore LEP circolavano quattro pacchetti equidistanziati di elettroni in un senso, e quattro di positroni in senso opposto, tutti sulla stessa orbita.
 - In quanti punti distinti dell'anello si avevano incroci fra coppie di pacchetti ?
 - Quante volte al secondo si avevano incroci in uno qualsiasi di questi punti ?
 - Quanti eventi del tipo $Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ venivano prodotti al LEP in un giorno se la luminosità della macchina era $5 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$?

Dati:

Lunghezza tubo a vuoto di LEP	27 Km
Lunghezza del pacchetto	10 cm
Energia degli elettroni e positroni	45 GeV + 45 GeV
Sezione d'urto totale $e^+e^- \rightarrow Z^0$ (a $\sqrt{s} = 91 \text{ GeV}$)	$\sigma = 45 \text{ nb}$
Percentuale di decadimenti $Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$	BR=3%
$m_e = 0.511 \text{ MeV}/c^2$	

3. Fra i seguenti stati finali prodotti in reazioni di alta energia o in decadimenti, indicare quelli permessi. Per quelli proibiti motivare la risposta.
 - $\gamma + \gamma \rightarrow e^+ + e^-$
 - $e^- + \mu^+ \rightarrow e^+ + \mu^-$
 - $e^+ + e^- \rightarrow \tau^+ + \tau^-$
 - $p \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu_e$
 - $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$
 - $\mu^- \rightarrow \pi^- + \nu_\mu$
4. Disegnare i diagrammi di Feynman, all'ordine più basso, relativi ai seguenti processi elettromagnetici:
 - $u + \bar{u} \rightarrow \gamma + \gamma$
 - $\tau^+ + \mu^+ \rightarrow \tau^+ + \mu^+$
 - $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$
5. Discutere sinteticamente almeno due osservazioni sperimentali che hanno motivato l'introduzione della forza forte.