

1. Un apparato sperimentale di rivelazione è costituito da un contatore di Cherenkov seguito da uno spettrometro a campo magnetico. Una particella di carica elettrica Q nota e di massa M_0 incognita attraversa il Cherenkov (senza perdita apprezzabile di energia) producendo luce Cherenkov ad un angolo Θ rispetto alla direzione del moto. Entra successivamente nel campo magnetico dello spettrometro perpendicolarmente alle linee di campo e la sua traiettoria subisce una deflessione. Dimostrare che è possibile determinare la massa a riposo M_0 della particella conoscendo l'indice di rifrazione n del mezzo nel contatore Cherenkov, l'angolo Θ , l'intensità B del campo magnetico ed il raggio di curvatura R nello spettrometro.
2. Nel tubo a vuoto del collisionatore LEP circolavano due pacchetti diametralmente opposti di elettroni, in un senso, e due di positroni in senso opposto, tutti sulla stessa orbita.
 - In quanti punti dell'anello si avevano collisioni fra coppie di pacchetti ?
 - Quante volte al secondo due pacchetti si incrociavano in uno di questi punti ?
 - Quanti eventi del tipo $Z^0 \rightarrow \tau^+ \tau^-$ 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 $Z^0 \rightarrow \tau^+ \tau^-$	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 nel Modello Standard, specificando l'interazione responsabile. Per quelli proibiti motivare la risposta.
 - $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^- + \pi^+ + \pi^-$
 - $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma + \gamma$
 - $\nu_\mu + \bar{\nu}_\mu \rightarrow \tau^+ + \tau^-$
 - $\nu_e + \bar{\nu}_\mu \rightarrow e^- + \mu^+$
 - $n \rightarrow \pi^0 + \gamma + \gamma$
 - $\pi^0 \rightarrow K^+ + K^-$
4. Disegnare i diagrammi di Feynman, all'ordine più basso, relativi ai seguenti processi:
 - $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$
 - $\tau^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu + \bar{\nu}_\tau$
 - $s + \bar{s} \rightarrow \nu_e + \bar{\nu}_e$
 - $\nu_e + e^- \rightarrow \nu_e + e^-$
 - $u + \bar{u} \rightarrow u + \bar{u}$
 - $e^- + \gamma \rightarrow e^- + \gamma$
5. Discutere sinteticamente almeno due osservazioni sperimentali che hanno motivato l'introduzione del numero quantico di colore