

1. Si consideri una particella di carica Q e massa M accelerata da un ciclotrone di raggio R , campo magnetico B e differenza di potenziale acceleratore V (applicato fra le 2 D).
 - Di quanto aumenta l'energia cinetica massima raggiungibile dalla particella se si raddoppiano i valori di R , B e V contemporaneamente?
 - Quale effetto fisico limita l'aumento di energia ottenibile con un ciclotrone e perchè?
 - Calcolare la massima energia cinetica impressa a protoni da un ciclotrone dotato di un campo magnetico di 1.3 Tesla ed un raggio di 12.5 cm.
2. Una particella di carica elettrica unitaria attraversa un campo magnetico uniforme e costante perpendicolarmente alle sue linee di forza. Dimostrare che vale la relazione

$$p(\text{GeV}/c) = 0.3 \cdot B(\text{Tesla}) \cdot R(\text{m})$$

dove p è la quantità di moto della particella, B l'intensità del campo magnetico e R il raggio di curvatura della traiettoria.

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.

- $p \rightarrow \pi^+ + \pi^0$
- $e^+ + e^- \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0 + K^+ + K^0$
- $e^+ + e^+ \rightarrow \mu^+ + \mu^+$
- $\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu_\mu$
- $\mu^+ \rightarrow e^+ + \bar{\nu}_\mu + \nu_e$
- $\tau^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$

4. Disegnare i diagrammi di Feynman, all'ordine più basso, relativi ai seguenti processi e specificare i tipi di interazione responsabili:

- $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$
- $e^- + \mu^+ \rightarrow e^- + \mu^+$
- $\mu^+ + \mu^- \rightarrow \nu_\tau + \bar{\nu}_\tau$
- $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$
- $\nu_\mu + \bar{\nu}_\mu \rightarrow u + \bar{u}$
- $\nu_e + d \rightarrow e + u$

5. Calcolare (all'ordine più basso) il valore del rapporto

$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Adroni})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$

nelle annichilazioni $e^+ + e^-$ a $\sqrt{s} = 5 \text{ GeV}$.

Dati: $m_u < 5 \text{ MeV}/c^2$; $m_d < 9 \text{ MeV}/c^2$; $m_s < 170 \text{ MeV}/c^2$; $m_c \simeq 1.25 \text{ GeV}/c^2$; $m_b \simeq 4.2 \text{ GeV}/c^2$; $m_t > 160 \text{ GeV}/c^2$