

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
PROVA SCRITTA DI FISICA SUBNUCLEARE - 21 settembre 2006

1. In un calorimetro elettromagnetico vengono rivelati due fotoni di energia 237 MeV e 638 MeV, i quali formano un angolo di 20 gradi fra di loro. Nell'ipotesi che siano gli unici prodotti del decadimento di una particella neutra

a. risalire alla sua massa e stabilire con quale mesone, fra quelli elencati di seguito, essa é identificabile (3 punti):

$$\pi^0 \text{ (massa} = 135 \text{ MeV}/c^2\text{)}, \eta \text{ (massa} = 547.3 \text{ MeV}/c^2\text{)}, J/\psi \text{ (massa} = 3097 \text{ MeV}/c^2\text{)}$$

b. calcolare l'energia totale (in MeV) e il modulo dell'impulso (in MeV/c) della particella neutra prima di decadere. (3 punti)

2. In una collisione $p + p$, qual'é lo stato finale energeticamente favorito nel quale é osservabile un antiprotone? Si calcoli l'energia cinetica minima che deve possedere un protone per produrre lo stato finale in questione nella collisione con un protone-bersaglio a riposo. (3 punti)

Un sincrociclotrone di raggio $R = 160 \text{ cm}$ e campo magnetico di intensità $B = 3 \text{ T}$ sarebbe in grado di fornire questa energia cinetica minima? (3 punti)

Dati: $m_p = 938 \text{ MeV}/c^2$.

3. Rispondere sinteticamente alle seguenti domande [Mod. I e Mod. II 4 a scelta (1.5 punti/domanda) - Annuale tutte (1 punto/domanda)]

- Dimostrare che l'energia di una particella accelerata tramite un ciclotrone ha una dipendenza quadratica dall'intensità del campo magnetico fra le due espansioni polari.
- Quali processi fisici dominano la perdita di energia di elettroni, muoni e protoni energetici quando attraversano un materiale con alta densità ?
- Ordinare i seguenti rivelatori sulla base della loro risoluzione spaziale tipica, a partire da quello con la risoluzione migliore: camera a fili, emulsione nucleare, contatore Geiger, camera a bolle.
- Perché i mesoni π carichi possono decadere solo debolmente mentre il mesone π neutro decade quasi esclusivamente elettromagneticamente ?
- Qual'é, in valore assoluto, la carica elettrica massima che possono avere i mesoni ed i barioni nel modello a Quark?
- Quali sono gli intervalli di vita media tipici delle particelle che decadono debolmente, elettromagneticamente e fortemente ?

4. Fra i seguenti stati finali prodotti in reazioni di alta energia o in decadimenti, indicare quelli permessi. Per quelli proibiti motivare la risposta. [MODULO I i 4 della prima colonna, MODULO II i 4 della seconda, annuale 3 + 3 a scelta]

- | | |
|---|---|
| • $\gamma + \tau^- \rightarrow \gamma + \tau^-$ | $K^- \rightarrow \mu^- + \nu_\mu$ |
| • $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ | $W^+ \rightarrow Z^0 + \pi^+$ |
| • $\mu^+ \rightarrow u + \bar{d}$ | $e^+ + e^- \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_\mu$ |
| • $n \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \gamma$ | $W^+ + W^- \rightarrow u + \bar{c}$ |

5. Disegnare i diagrammi di Feynman, all'ordine più basso, relativi ai seguenti processi e specificare i tipi di interazione responsabili. [MODULO I i 4 della prima colonna, MODULO II i 4 della seconda, annuale 3 + 3 a scelta]

- | | |
|---|---|
| • $s + \bar{s} \rightarrow d + \bar{d}$ | $t \rightarrow b + e^+ + \nu_e$ |
| • $\gamma + \gamma \rightarrow e^+ + e^-$ | $d + \bar{d} \rightarrow \nu_e + \bar{\nu}_e$ |
| • $e^- + \gamma \rightarrow e^- + \gamma$ | $e^+ + e^- \rightarrow W^+ + W^-$ |
| • $\mu^+ + \mu^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ | $\nu_\mu + e^- \rightarrow \nu_\mu + e^-$ |