

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
PROVA SCRITTA DI FISICA SUBNUCLEARE - 15 gennaio 2008

1. Si calcoli l'energia cinetica minima che deve possedere un protone incidente su un protone a riposo per produrre lo stato finale di massa minima contenente un antiprotone, secondo la reazione $p + p \rightarrow \bar{p} + X$ (3 punti).

Un protosincrotrone di raggio $R = 13$ m con magneti dipolari di intensità $B = 1.5$ T sarebbe in grado di fornire questa energia cinetica minima? (3 punti). Dati: $m_p = 938 \text{ MeV}/c^2$.

2. In un calorimetro elettromagnetico vengono rivelati due fotoni di energia 360 MeV e 832 MeV, i quali formano un angolo di 60 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): π^0 ($m = 135 \text{ MeV}/c^2$), η ($m = 547.3 \text{ MeV}/c^2$), J/ψ ($m = 3097 \text{ MeV}/c^2$)

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

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

- Ricavare l'espressione dell'energia cinetica massima che un protone può raggiungere in un ciclotrone di raggio R e campo magnetico di intensità B .
- 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.
- Quali sono gli intervalli di vita media tipici delle particelle che decadono debolmente, elettromagneticamente e fortemente ?
- Quali sono le antiparticelle dei seguenti adroni? π^- , π^0 , n , Δ^+ , Σ^-
- Quanto vale il rapporto $R = \sigma(e^+ + e^- \rightarrow \text{Adroni}) / \sigma(e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-)$ a $\sqrt{s} = 15 \text{ GeV}$, all'ordine più basso? Il processo é forte o elettromagnetico ?
- Quali sono i decadimenti permessi dei bosoni vettori (reali) Z^0 e W^- ? Quali sono i rapporti di decadimento della Z^0 (reale) nei vari canali di decadimento ?

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 - (1.5 punti/risposta corretta); annuale 3 + 3 a scelta (1 punto/risposta corretta)]

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • $\mu^- \rightarrow \pi^- + \nu_\mu$ | $W^+ \rightarrow \tau^+ + \nu_\tau$ |
| • $e^- + e^- \rightarrow \mu^- + \mu^-$ | $g + u \rightarrow g + c$ |
| • $\gamma + \gamma \rightarrow b + \bar{b}$ | $g + g \rightarrow u + \bar{u}$ |
| • $\Delta^+ \rightarrow e^+ + K^0 + \nu_e$ | $W^+ + W^- \rightarrow c + \bar{u}$ |

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 - (1.5 punti/risposta corretta); annuale 3 + 3 a scelta (1 punto/risposta corretta)]

- | | |
|---|---|
| • $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$ | $g + g \rightarrow c + \bar{c}$ |
| • $\gamma + \gamma \rightarrow u + \bar{u}$ | $\tau^+ \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_\tau + \mu^+$ |
| • $\mu^- + \gamma \rightarrow \mu^- + \gamma$ | $e^+ + e^- \rightarrow q + \bar{q} + g$ |
| • $d + \bar{d} \rightarrow d + \bar{d}$ | $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$ |

LA SOGLIA DI AMMISSIONE ALLA PROVA ORALE É DI 15 PUNTI