

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE MOD.I E MOD. II

Prova scritta di Fisica Subnucleare - 18 Giugno 2007

1. (Solo Modulo I) Un mesone ρ di massa $m = 770 \text{ MeV}/c^2$ decade, a riposo, in due mesoni π carichi ($\rho \rightarrow \pi^+ + \pi^-$).

- Con che valore di β vengono prodotti i mesoni π in quel sistema di riferimento ? [3 punti]
- Quanto vale la distanza media percorsa dai mesoni π prima di decadere ? [3 punti]

Dati: vita media dei mesoni $\tau = 2.6 \cdot 10^{-8} \text{ sec}$; $M_\pi = 139.6 \text{ MeV}/c^2$

2. Una particella X di carica elettrica negativa uguale a quella dell'elettrone attraversa un campo magnetico uniforme di intensità $B = 2 \text{ Tesla}$ perpendicolarmente alle sue linee di forza. Il raggio di curvatura che viene misurato è di 294.3 cm . La particella esce successivamente dall'influenza del campo magnetico ed impiega 10.01 nsec per attraversare un sistema di tempo di volo formato da due scintillatori paralleli distanti fra loro 265.0 cm .

- Di che particella si tratta ? [3 punti]
- Possiede una energia sufficiente per produrre lo stato finale $n + \bar{n} + \pi^0$ nella collisione con un protone a riposo secondo la reazione $X + p \rightarrow n + \bar{n} + \pi^0$? [3 punti]

Dati: $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$

3. (Solo Modulo II) Un fascio di muoni ($M_\mu = 105 \text{ MeV}/c^2$ e vita media $\tau = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ sec}$) viene fatto circolare in un anello di raggio $R = 14 \text{ m}$ con un campo magnetico uniforme $B = 0.5 \text{ T}$ normale al piano dell'anello. Calcolare:

- L'impulso dei muoni e il periodo di rivoluzione. [3 punti]
- La frazione di muoni che decadono in un periodo. [3 punti]

4. Fra i seguenti stati finali prodotti in reazioni di alta energia o in decadimenti, indicare quelli permessi secondo il Modello Standard. Per quelli proibiti motivare la risposta.

(NB. MOD I i 4 di sinistra - MOD II i 4 di destra; 1.5 punti/risposta valida - ANNUALE 3 + 3 a scelta; 1 punto/risposta valida)

- | | |
|--|---|
| • $\mu^+ + \mu^- \rightarrow u + \bar{c}$ | • $u + \bar{s} \rightarrow b + \bar{c}$ |
| • $\gamma + \gamma \rightarrow \tau^+ + \mu^-$ | • $\nu_\tau + n \rightarrow \tau^- + \pi^+$ |
| • $n \rightarrow \pi^- + K^+ + \pi^0$ | • $Z^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ |
| • $t \rightarrow b + e^+ + \nu_e$ | • $Z^0 + Z^0 \rightarrow \tau^+ + \tau^-$ |

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

(NB. MOD I i 4 di sinistra - MOD II i 4 di destra ; 1.5 punti/risposta valida - ANNUALE 3 + 3 a scelta; 1 punto/risposta valida)

- | | |
|---|---|
| • $\mu^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + e^-$ | • $b \rightarrow d + c + \bar{u}$ |
| • $\gamma + \gamma \rightarrow e^+ + e^-$ | • $u + \bar{s} \rightarrow \tau^+ + \nu_\tau$ |
| • $e^+ + \gamma \rightarrow e^+ + \gamma$ | • $e^+ + e^- \rightarrow Z^0 + Z^0$ |
| • $u + \bar{u} \rightarrow u + \bar{u}$ | • $\nu_e + e^+ \rightarrow \nu_e + e^+$ |

6. Rispondere ai seguenti quesiti (vedere sul retro):

(NB. MOD I i primi 3 e MOD II gli ultimi 3; 2 punti/risposta valida - ANNUALE tutti; 1 punto/risposta valida)

- Qual'è il range tipico di vita media per particelle che decadono tramite le interazioni forti, elettromagnetiche e deboli?
- Indicare le antiparticelle dei seguenti adroni: π^0 , K^- , Δ^- , Σ^- .
- Spiegare sinteticamente le differenze principali fra ciclotrone, sincrociclotrone e sincrotrone.
- Spiegare sinteticamente perchè il “running” della costante di accoppiamento forte è di tipo opposto rispetto a quello della costante di accoppiamento elettromagnetico.
- Quanto vale, all'ordine più basso, il rapporto
 $R = \sigma(e^+ + e^- \rightarrow \text{Adroni}) / \sigma(e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-)$ a $\sqrt{s} = 6 \text{ GeV}$?
 Il processo è forte, debole o elettromagnetico ?
- Elencare i possibili decadimenti dei bosoni vettori (reali) W e Z^0 .