

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

Prova scritta di Fisica Subnucleare - 4 Giugno 2007

1. (Solo Modulo I) Una particella A di massa M_A decade in due particelle B e C di masse m_B e m_C ($A \rightarrow B + C$). Trovare le espressioni delle energie totali e degli impulsi delle particelle B e C (E_B ; E_C ; p_B ; p_C), in funzione delle masse, nel sistema di riferimento nel quale la particella A è a riposo. [6 punti]

2. Una particella di carica elettrica negativa uguale a quella dell'elettrone attraversa un campo magnetico uniforme di intensità $B = 2$ 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 ? [6 punti]

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

N.B. Ricordare che la costante di proporzionalità che lega l'impulso (misurato in GeV/c) al campo magnetico (misurato in Tesla) ed al raggio di curvatura (misurato in metri) vale 0.3

3. (Solo Modulo II) Rispondere sinteticamente ai seguenti quesiti:

- Mostrare come in un processo di annichilazione $e^+ + e^-$ sia possibile produrre stati finali con 4 jets di adroni tutti provenienti dalla adronizzazione di quark o anti-quark (cioè con nessuno dei 4 jets proveniente dalla adronizzazione di gluoni). [3 punti]
- Il decadimento $K^- \rightarrow \pi^- + \nu_e + \bar{\nu}_e$ non può avvenire tramite l'interazione debole con lo scambio di un solo bosone vettore (cioè all'ordine più basso). Utilizzando diagrammi di Feynman di ordine superiore si dimostri che il decadimento è permesso se si considera lo scambio di due bosoni vettori deboli. [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)

- | | |
|---|--|
| • $\mu^+ + \mu^- \rightarrow c + \bar{c}$ | • $u + \bar{d} \rightarrow c + \bar{b}$ |
| • $\gamma + \gamma \rightarrow \tau^+ + \tau^-$ | • $\nu_\tau + n \rightarrow \tau^- + p$ |
| • $n \rightarrow K^- + K^+ + \pi^0$ | • $W^+ \rightarrow \bar{b} + t$ |
| • $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \gamma$ | • $Z^0 \rightarrow gluone + anti - gluone$ |

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)

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

6. Rispondere sinteticamente ai seguenti quesiti

(NB. MOD I i primi 3 e MOD II gli ultimi 3; 2 punti/risposta valida - ANNUALE 6 a scelta; 1 punto/risposta valida)

- Perché nel Modello Standard l'elettrone e il protone sono particelle stabili ?
- Qual'è la carica elettrica massima che può avere un mesone e un barione ?

- Quanto vale l'energia massima degli elettroni emessi nei decadimenti del pione carico ?
Dati: $M_\pi = 139.57 \text{ MeV}/c^2$; $M_e = 0.511 \text{ MeV}/c^2$.
- In un esperimento ad un collisionatore e^+e^- con luminosità $L = 2 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ vengono rivelati 1100 eventi del tipo $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ in cinque ore. Nel campione osservato il 15% degli eventi è fondo. L'efficienza di rivelazione di eventi $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ genuini è dell'85%. Qual'è la sezione d'urto in nb corrispondente ?
- Quanto vale il rapporto fra le sezioni d'urto

$$e^+ + e^- \rightarrow b + \bar{b} \quad \text{e} \quad e^+ + e^- \rightarrow d + \bar{d}$$
a $\sqrt{s} = 6 \text{ GeV}$?
- Elencare i possibili decadimenti dei bosoni vettori reali W e Z^0 .