

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE - Modulo 1 e Modulo 2  
ISTITUZIONI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE  
PROVA SCRITTA DI SUBNUCLEARE - 24 Luglio 2006

1. Una particella X di carica elettrica positiva pari a quella del protone attraversa un campo magnetico di intensità 2.5 Tesla, perpendicolarmente alle sue linee di forza. Il raggio di curvatura che viene misurato è di 180 cm.
- a) Quanto vale il suo impulso in GeV/c ? (1 punto)
- La particella esce successivamente dall'influenza del campo magnetico senza perdita di energia ed impiega 13 nsec per attraversare un sistema di tempo di volo formato da due scintillatori paralleli distanti fra loro 320.3 cm.
- b) Quanto vale la massa a riposo  $M$  della particella in GeV/c<sup>2</sup> ? Di che particella si tratta ? (2 punti)
- c) La sua energia cinetica è sufficiente per produrre una coppia di mesoni  $\pi$  carichi secondo la reazione  $X + p \rightarrow X + p + \pi^+ + \pi^-$ , nel caso la particella X sia fatta collidere con un protone a riposo ? (3 punti).
- DATI:  $m_p = 0.938$  GeV/c<sup>2</sup> ;  $m_\pi = 0.140$  GeV/c<sup>2</sup> ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/sec

2. Fra i seguenti stati finali prodotti in reazioni di alta energia o in decadimenti, indicare quelli permessi. Per quelli proibiti motivare la risposta (Mod. 1 i primi 4; 1.5 punti/domanda - Mod. 2 gli ultimi 4; 1.5 punti/domanda - Annuale tutti; 1 punto/domanda).

- $n \rightarrow \pi^- + \mu^+ + \nu_\mu$
- $\pi^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$
- $\mu^- + \gamma \rightarrow \nu_\mu + \gamma$
- $\gamma + \gamma \rightarrow e^+ + e^-$
- $c \rightarrow u + e^+ + e^-$
- $\tau^+ + \tau^- \rightarrow e^+ + \nu_e + \mu^- + \bar{\nu}_\mu$

3. Disegnare i diagrammi di Feynman, all'ordine più basso, relativi ai seguenti processi (Mod. 1 i primi 4; 1.5 punti/domanda - Mod 2 gli ultimi 4; 1.5 punti/domanda - Annuale tutti; 1 punto/domanda):

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

4. Quanto vale l'energia massima dell'elettrone prodotto nel decadimento a riposo

a. del mesone  $\pi^-$ , secondo la reazione  $\pi^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$  ? (2 punti)

b. del leptone  $\mu^-$ , secondo la reazione  $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$  ? (4 punti) [DATI:  $m_\mu = 105$  MeV/c<sup>2</sup>]

5. Rispondere ai seguenti quesiti

(Mod. 1 i primi 2; 3 punti/domanda - Mod. 2 gli ultimi 2; 3 punti/domanda - Annuale tutti; 1.5 punti/domanda)

- Dimostrare che l'energia cinetica fornita da un ciclotrone ad una particella carica non dipende dalla differenza di potenziale acceleratrice.
- Quali sono le antiparticelle dei seguenti adroni?  $\pi^+$  ;  $\pi^0$  ;  $n$  ;  $\Delta^+$  ;  $K^-$  ;  $\Lambda^0$

- In un esperimento ad un collisionatore  $e^+e^-$  con luminosità  $L = 2 \cdot 10^{31} cm^{-2} sec^{-1}$  vengono rivelati, con una efficienza del 75%, 216 eventi del tipo  $e^+ + e^- \rightarrow \tau^+ + \tau^-$  in un'ora. Qual'è la sezione d'urto in nb corrispondente ?
- Quanto vale (all'ordine più basso) il rapporto fra le sezioni d'urto  
 $e^+ + e^- \rightarrow u + \bar{u}$  e  $e^+ + e^- \rightarrow d + \bar{d}$   
 a  $\sqrt{s} = 2 \text{ GeV}$  ? [N.B. ad una energia così bassa il contributo dovuto all'interazione debole è completamente trascurabile].

LA SOGLIA DI AMMISSIONE ALLA PROVA ORALE È DI 15 PUNTI.