

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
PROVA SCRITTA DI FISICA SUBNUCLEARE - 12 febbraio 2008

1. Due particelle di massa M_1 e M_2 (in GeV/c^2) possiedono rispettivamente impulsi p_1 e $-p_2$ (in GeV/c , e con $|p_1| > |p_2|$) lungo l'asse x di un sistema di coordinate xyz .
 - a) Quanto valgono le loro energie cinetiche (in GeV) ? [2 punti]
 - b) Quanto vale al massimo la massa (in GeV/c^2) producibile in una collisione frontale fra le due particelle ? [2 punti]
 - c) In un urto elastico, è possibile che almeno una delle due sia diffusa lungo l'asse y con un impulso pari a $|p_2|$? Motivare la risposta. [2 punti]
2. Risolvere (MOD I il primo problema, MOD II il secondo, annuale uno a scelta) [6 punti]
 - Quanto vale l'energia cinetica del muone emesso nel decadimento di un pione carico ? (N.B. $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$) Dati: $M_\pi = 139.6 \text{ MeV}/c^2$; $M_e = 105.7 \text{ MeV}/c^2$.
 - 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 ?
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)]
 - In un ciclotrone la frequenza acceleratrice deve aumentare proporzionalmente con l'aumentare dell'energia cinetica della particella accelerata [Vero o Falso]. Perché ?
 - Che $\beta = v/c$ deve avere una particella carica per produrre luce Cherenkov attraversando un mezzo con indice di rifrazione n ?
 - Quali sono gli intervalli di vita media tipici delle particelle che decadono debolmente, elettromagneticamente e fortemente ?
 - Quali sono le antiparticelle dei seguenti adroni? K^- , π^0 , p , Δ^{++} , Λ
 - Quanto vale il rapporto $R = \sigma(e^+ + e^- \rightarrow \text{Adroni}) / \sigma(e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-)$ a $\sqrt{s} = 2 \text{ GeV}$, all'ordine più basso? Il processo è forte o elettromagnetico ?
 - Quali sono i decadimenti permessi dei bosoni vettori (reali) Z^0 e W^- ?
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)]

• $K^+ \rightarrow \pi^0 + \nu_\mu + \mu^+$ • $e^- + \mu^+ \rightarrow \mu^- + e^+$ • $\gamma + \gamma \rightarrow u + \bar{u}$ • $\Lambda \rightarrow n + \pi^+ + \pi^-$	• $Z^0 \rightarrow \bar{\nu}_\tau + \nu_\tau$ • $e^- + \bar{\nu}_e \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ • $u + \bar{u} \rightarrow g + g$ • $\bar{p} + p \rightarrow n + \bar{n}$
--	--
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)]

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