

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
PROVA SCRITTA DI FISICA SUBNUCLEARE - 9 febbraio 2007

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/c² ? Di che particella si tratta ? (2 punti)
 - c) La sua energia cinetica è sufficiente per produrre una coppia di mesoni π 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/c² ; $m_\pi = 0.140$ GeV/c² ; $c = 3 \cdot 10^8$ m/sec
2. Il collisionatore LHC in costruzione al CERN accelererà due fasci di protoni ad una energia di 7 TeV/protone. Alla massima intensità prevista, ognuno dei due fasci sarà costituito da 2808 pacchetti (bunches) distribuiti uniformemente lungo i 26659 metri dell'anello. Ogni pacchetto sarà costituito da $1.1 \cdot 10^{11}$ protoni.
 - Calcolare l'energia in Joule immagazzinata in ciascuno dei due fasci dell'LHC e confrontarla con l'energia cinetica posseduta da un Boeing 737 (di massa 50 Ton.) che vola ad una velocità di crociera di 900 Km/h. (2 punti)
 - Trascurando le dimensioni dei pacchetti, calcolare la frequenza con la quale un pacchetto di un fascio collide con i pacchetti del fascio circolante in senso opposto. (2 punti)
 - Se la luminosità della macchina sarà $L = 1.0 \cdot 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ e la sezione d'urto totale pp a $\sqrt{s} = 14$ TeV risultasse essere 100 mb, quante interazioni al secondo ci si aspetta avvengano in una zona di interazione sperimentale ? (2 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)]
 - Elencare almeno due vantaggi e due svantaggi che un collider circolare ha rispetto ad un sincrotrone.
 - Che cosa determina la massima energia raggiungibile in un protosincrotrone con raggio fisso?
 - Ordinare i seguenti rivelatori sulla base della loro risoluzione temporale tipica, a partire da quello con la risoluzione migliore: camera a fili, contatore Geiger, scintillatore plastico.
 - Indicare le antiparticelle di: K^- , μ^- , Δ^{++} , Σ^- , π^0 .
 - Perché la vita media dei mesoni π carichi è così diversa dalla vita media del mesone π neutro?
 - Calcolare, all'ordine più basso, il valore del rapporto R per la reazione di annichilazione e^+e^- a $\sqrt{s} = 30$ GeV.
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)]

• $\tau^- \rightarrow \nu_\tau + \pi^-$ • $e^+ + e^- \rightarrow b + \bar{b}$ • $u + \bar{u} \rightarrow e^+ + e^-$ • $\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$	• $K^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ • $W^- \rightarrow \bar{t} + b$ • $\mu^+ + e^- \rightarrow e^+ + \mu^-$ • $Z^0 + Z^0 \rightarrow e^+ + e^-$
--	--

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)]

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

LA SOGLIA DI AMMISSIONE ALLA PROVA ORALE E' DI 15 PUNTI