

ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
PROVA SCRITTA DI SUBNUCLEARE - 5 giugno 2006

1. Una particella di carica elettrica unitaria, pari cioè in valore assoluto alla carica del protone, attraversa un campo magnetico uniforme e costante perpendicolarmente alle sue linee di forza. Dimostrare che vale la relazione

$$p(\text{GeV}/c) = 0.3 \cdot B(\text{Tesla}) \cdot R(\text{m})$$

dove p è la quantità di moto della particella, B l'intensità del campo magnetico e R il raggio di curvatura della traiettoria.

Una particella di carica elettrica unitaria viene accelerata con un ciclotrone che fornisce una energia cinetica $T = 800$ MeV. Successivamente la particella attraversa un campo magnetico di intensità 2 Tesla e viene misurato un raggio di curvatura $R = 2.439$ metri. Di che particella si tratta ?

2. 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 primi 4, MODULO II gli ultimi 4, annuale 3 + 3 a scelta.

- $\gamma + \mu^- \rightarrow \gamma + \mu^-$
- $e^- + e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$
- $e^- + e^- \rightarrow u + \bar{d}$
- $n \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \gamma$
- $K^- \rightarrow \mu^- + \nu_\mu$
- $W^+ \rightarrow Z^0 + \pi^+$
- $e^- + e^- \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_\mu$
- $W^+ + W^- \rightarrow u + \bar{c}$

3. Disegnare i diagrammi di Feynman, all'ordine più basso, relativi ai seguenti processi e specificare i tipi di interazione responsabili (MODULO I i primi 4, MODULO II gli ultimi 4, annuale 3 + 3 a scelta):

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

4. MODULO I e ANNUALE. In un calorimetro elettromagnetico vengono rivelati due fotoni di energia 1100 MeV e 2177 MeV, i quali formano un angolo di 5 gradi fra di loro. Nell'ipotesi che essi siano gli unici prodotti di decadimento di una particella neutra, risalire alla sua massa e stabilire se il valore trovato è compatibile con la massa di una particella fra quelle sotto elencate. Quanto vale l'energia totale della particella neutra nel sistema del laboratorio, cioè quello solidale col calorimetro elettromagnetico ?

$$\pi^0 \quad (135 \text{ MeV}/c^2)$$
$$\eta \quad (547.3 \text{ MeV}/c^2)$$

$$\eta' \quad (957.8 \text{ MeV}/c^2)$$
$$J/\psi \quad (3097 \text{ MeV}/c^2)$$

5. MODULO II e ANNUALE. Calcolare (all'ordine piu' basso) il valore del rapporto

$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Adroni})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$

nelle annichilazioni $e^+ + e^-$ a $\sqrt{s} = 5 \text{ GeV}$.

Nell'ipotesi che in natura esistano solo i 6 quark già trovati, qual'è il valore massimo del rapporto R e per quale energia nel centro di massa della collisione $e^+ + e^-$ lo si ottiene ?

Dati: $m_\mu = 105 \text{ MeV}/c^2$; $m_u < 5 \text{ MeV}/c^2$; $m_d < 9 \text{ MeV}/c^2$; $m_s < 170 \text{ MeV}/c^2$;
 $m_c \simeq 1.25 \text{ GeV}/c^2$; $m_b \simeq 4.2 \text{ GeV}/c^2$; $m_t \simeq 175 \text{ GeV}/c^2$

6. Le particelle X^0 e Y^- possono essere prodotte tramite l'interazione forte nei processi

$$K^- + p \rightarrow \pi^0 + X^0$$

$$K^- + p \rightarrow K^+ + Y^-$$

rispettivamente. Dedurre il numero barionico, di stranezza, di charm e di beauty delle due particelle e da questi ricavare la loro composizione in quark.