

FI140 Física de Partículas I
Turma A
2º Semestre de 2014
Lista 1

1. No dia 2 de setembro haverá um Seminário no DRCC. Veja-o e resuma o que foi apresentado.
2. Verifique os fatores de conversão:

$$1 \text{ GeV} = 1.7827 \times 10^{-27} \text{ Kg} \quad 1 \text{ GeV}^2 = 0.389 \times 10^{-27} \text{ cm}^{-2}$$

e escreva as massas do elétron e do pión em MeV. Confirme se a massa do quark top é realmente da ordem da massa da molécula de caféina.

3. Iremos trabalhar com as distâncias típicas do elétron. O comprimento Compton do elétron seria a distância no qual efeitos quânticos seriam importantes.
 - (a) Calcule o comprimento compton do elétron.
 - (b) Calcule o raio clássico do elétron. O raio clássico é o raio no qual a energia eletrostática é igual a energia de repouso do elétron. A expressão é

$$R_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2}$$

Existe uma certa ambiguidade de como definir a energia eletrostática, nós iremos assumir uma distribuição uniformemente distribuída, ou uma distribuição superficial de carga. Porque não ao definir com a energia magnetoestática do elétron? calcule o seu valor

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c}$$

- (c) Calcule a distância no qual a energia gravitacional do elétron é igual a energia de repouso do elétron. Faça um diagrama com o valor relativo das escalas, a distância calculada neste item, o comprimento Compton e o raio clássico.

4. Podemos trabalhar com diferentes sistemas de unidades para descrever a física. Neste problema iremos trabalhar com isto.

(a) Na revista *Physics Today* de Julho de 2014 é discutido a proposta de novas unidades fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI). As novas unidades fundamentais seriam A frequência (ν), velocidade (v), ação e carga elétrica, e . Expressa as unidades de massa, ampere e de energia em termos destas unidades fundamentais.

(b) Considere um sistema de unidades em que as unidades fundamentais são a ação, [S], o tempo [T] e a velocidade [V], escreva a posição [L] e a massa, [M] nestas unidades.

5. Mostre quais processos são possíveis e as razões porque são ou não são possíveis:

(a) $p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^0$

(b) $\eta \rightarrow \gamma + \gamma$

(c) $\Sigma_0 \rightarrow \Lambda + \pi^0$

(d) $e^+ + p \rightarrow \nu_e + \pi^0$

(e) $p \rightarrow e + \gamma$

(f) $n + \bar{n} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$

(g) $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$

(h) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

(i) $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$

(j) ${}^{76}\text{Ge} \rightarrow {}^{76}\text{Se}^{--} + \nu_e + \nu_e + e^+ + e^+$

(k) $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$

(l) $\Sigma^- \rightarrow n + e^- \bar{\nu}_e$

(m) $\mu^- \rightarrow e^- \gamma$

(m) $\mu^- \rightarrow e^- + e^+ + e^-$

(n) $\nu_e + {}^{71}\text{Ga} \rightarrow {}^{71}\text{Ge}^+ + e^-$

(o) $e^- + e^+ \rightarrow \gamma$

(p) $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$

No caso dos mésons e hadrões, decomponha em quarks e faça um diagrama das reações mencionadas acima.

(a) Classifique as reações em interações fortes, eletromagnéticas ou interações fracas.

6. Em aula foi dito que mésons são compostos de pares de quark-antiquark e hádrons são compostos de 3 quarks. Isto envolve composição de spins.

(a) Considerando que quarks são partículas de spin $1/2$, os mésons podem ser de qual valor de spin? Pegue o Particle Data Group e dê exemplos de mésons com diferentes valores de spin.

(b) Imagine que existem estados com quatro quarks. Quais podem ser os valores de spin desta combinação? O maior estado de spin possível é 2, como podemos discriminar este estado de outro possível combinação como estados de três e dois quarks?

7. Dado a transformação

$$(p')^\mu = \Lambda^\mu{}_\nu p^\nu$$

mostre que $p_\mu = \Lambda^\nu{}_\mu (p')_\nu$.

8. Seja dois eventos A e B no referencial S .

(a) Assumamos que a distância entre eles seja do tipo espaço, i.e. $(x_A - x_B)^2 \equiv (t_A - t_B)^2 - (\vec{x}_A - \vec{x}_B)^2 < 0$. Assuma que no referencial S temos tal que $t_B > t_A$. Mostre que existe um referencial S' movendo-se com velocidade v em relação ao referencial S, tal que $t'_B < t'_A$: em outras palavras a ordenação temporal dos eventos depende do referencial. Calcule a velocidade v mínima para isto acontecer.

(b) Mostre que se a separação entre os pontos A e B for do tipo tempo, i.e. $(x_A - x_B)^2 = (t_A - t_B)^2 - (\vec{x}_A - \vec{x}_B)^2 > 0$, então para qualquer referencial S' sempre teremos $t'_B > t'_A$: em outras palavras em qualquer referencial o ordenamento temporal dos eventos não depende do referencial.