

FÍSICA MODERNA - 1/2011

LISTA 3

1. Considere a colisão entre duas bolas de bilhar discutida em sala.

- (a) Use a regra de soma de velocidades clássica para obter as componentes das velocidades medidas em S , supondo que a relação entre S e S' é dada pela transformação de Galileu.
- (b) Use agora a regra de soma de velocidades relativística para obter as mesmas componentes das velocidades medidas em S .
- (c) Mostre que o resultado obtido em (b) se reduz ao obtido em (a) quando todas as velocidades em jogo são suficientemente pequenas (O que quer dizer isso?).
- (d) Verifique que o momento total clássico $\Sigma m\vec{v}$, que é conservado em S , não é conservado em S' , mas que o momento relativístico o é.

2.

- (a) Que velocidade um corpo deve ter para que sua energia relativística E seja o dobro de sua energia de repouso mc^2 ?
- (b) Que velocidade um corpo deve ter para que sua energia cinética relativística seja o dobro de sua energia de repouso mc^2 ?

3.

- (a) Vimos que o momento relativístico $\vec{p} = \gamma m\vec{v}$ pode ser expresso como $\vec{p} = m \frac{d\vec{r}}{dt_0}$, onde dt_0 denota o intervalo de tempo próprio entre dois pontos vizinhos sobre a trajetória (e tem o mesmo valor para todos os observadores inerciais). Mostre que a energia relativística $E = \gamma mc^2$ pode também ser escrita como $E = mc^2 \frac{dt}{dt_0}$.
- (b) Suponha que um objeto de massa m tenha momento $\vec{p}$ e energia E em relação a um referencial S . Use as relações lembradas no item (a) e a regra de transformação relativística para intervalos de tempo para encontrar os valores de $\vec{p}$ e E medidos num segundo referencial S' que se move com velocidade $\vec{V} = V\hat{x}$ com relação a S .
- (c) Use o resultado do item (b) para demonstrar que se o momento total e a energia de um sistema são conservados em um referencial inercial S , serão também conservados em qualquer outro referencial inercial S' .

4.

- (a) Uma partícula tem massa $3GeV/c^2$ e momento $4GeV/c$. Quais são sua energia e sua velocidade?
- (b) Um proton (massa de repouso $938MeV/c^2$) tem energia cinética $500MeV$. Quais são seu momento (em unidades relativísticas e SI) e sua velocidade?
- (c) Observa-se que uma partícula tem momento $500MeV/c$ e energia $1746MeV$. Quais são sua massa e velocidade?

5. Uma partícula Λ decai em um proton e um pion, $\Lambda \rightarrow p + \pi$, e se observa que o proton fica em repouso.

- (a) Qual a energia do pion?
- (b) Qual era a energia do Λ original?

Dados: $m_\Lambda = 1116$, $m_p = 938$, $m_\pi = 140$, todas em MeV/c^2 .

6. O meson K^0 é uma partícula subatômica de massa $m_K = 498MeV/c^2$ que decai em dois pions carregados, $K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$. Estes dois pions tem cargas opostas e massas idênticas, $m_\pi =$

$140\text{MeV}/c^2$.

(a) Um K^0 em repouso decai em dois pions. Use a conservação de momento e energia para determinar a energia, momento e velocidade de cada um dos pions.

(b) Considere agora que o K^0 se move inicialmente com velocidade $0,9c$ e que, depois do decaimento, o pino π^+ se move na mesma direção e mesmo sentido em que o K^0 se movia originalmente enquanto o π^- se move em sentido oposto. Use o resultado do item (a) para obter as velocidades dos pions.

7.

(a) Um pion neutro que se move ao longo do eixo x decai em dois ftons, um que é ejetado na direção e sentido em que o pion se movia e outro que é ejetado em sentido oposto. O primeiro foton tem energia tres vezes maior que a do segundo. Prove que o pion se movia originalmente com velocidade $0,5c$.

(b) Um pion carregado positivamente decai em um muon e um neutrino, $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$. A massa do pion é $m_\pi = 140\text{MeV}/c^2$, a do muon é $m_\mu = 106\text{MeV}/c^2$, e a do neutrino é muito pequena comparada com as anteriores e pode ser desprezada. Suponha que o pion original estivesse em repouso e use a conservação de energia e momento para provar que a velocidade do muon será dada por $v = \frac{(m_\pi/m_\mu)^2 - 1}{(m_\pi/m_\mu)^2 + 1}c$. Calcule este valor numericamente.