GABARITO EXERCICIOS OBRIGATORIOS LISTA 4 FÍSICA IV
Relatividade (9 edição do Halliday)

Capítulo 37

37-17

PENSE Podemos usar a transformação de Lorentz para calcular x' e t' do ponto de vista de um observador em S'.

EXPRESSE De acordo com as equações da transformação de Lorentz,

$$x' = \gamma(x - vt), \; t' = \gamma(t - \beta x / c).$$

em que $\beta = v/c = 0{,}950$ e

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(0{,}950)^2}} = 3{,}20256.$$

ANALISE (a) A coordenada espacial no referencial S' é

$$x' = \gamma(x - vt) = (3{,}20256)\left[100\times10^3\,\text{m} - (0{,}950)(2{,}998\times10^8\,\text{m/s})(200\times10^{-6}\,\text{s})\right]$$
$$= 1{,}38\times10^5\,\text{m} = 138\ \text{km}.$$

(b) A coordenada temporal no referencial S' é

$$t' = \gamma(t - \beta x / c) = (3{,}20256)\left[200\times10^{-6}\,\text{s} - \frac{(0{,}950)(100\times10^3\,\text{m})}{2{,}998\times10^8\,\text{m/s}}\right]$$
$$= -3{,}74\times10^{-4}\,\text{s} = -374\,\mu\text{s}.$$

APRENDA A hora e local da colisão são diferentes para um observador no referencial S e um observador no referencial S'.

37-31

PENSE Como tanto a espaçonave como o micrometeorito estão se movendo a uma velocidade próxima da velocidade da luz, devemos usar a transformação relativística da velocidade para calcular a velocidade do micrometeorito em relação à espaçonave.

EXPRESSE Seja S o referencial do micrometeorito e seja S' o referencial da espaçonave. Vamos supor que o micrometeorito está se movendo no sentido positivo do eixo x. Chamando de u a velocidade do micrometeorito medida em S e de v a velocidade do referencial S' em relação a S, a velocidade do micrometeorito medida em S' pode ser calculada usando a Eq. 37-29:

$$u = \frac{u' + v}{1 + u'v/c^2} \;\Rightarrow\; u' = \frac{u - v}{1 - uv/c^2}.$$

ANALISE Sabemos que $v = -0{,}82c$ (velocidade da espaçonave) e $u = +0{,}82c$ (velocidade do micrometeorito). Vamos calcular a velocidade do micrometeorito em relação à espaçonave:

$$u' = \frac{u - v}{1 - uv/c^2} = \frac{0{,}82c - (-0{,}82c)}{1-(0{,}82)(-0{,}82)} = 0{,}98c$$

ou $2{,}94\times10^8$ m/s. Usando a Eq. 37-12, concluímos que um observador a bordo da espaçonave mede um tempo de trânsito do meteorito (tempo que o meteorito leva para passar pela espaçonave) dado por

$$\Delta t = \frac{d}{u'} = \frac{350\,\text{m}}{2{,}94\times10^8\,\text{m/s}} = 1{,}2\times10^{-6}\,\text{s}.$$

APRENDA Usando a transformação clássica de Galileu, teríamos obtido

$$u' = u - v = 0{,}82c - (-0{,}82c) = 1{,}64c,$$

uma velocidade maior que a velocidade da luz, o que é fisicamente impossível.

37-41

PENSE Como a energia cinética do elétron é muito maior que a energia de repouso, o elétron está se movendo a uma velocidade próxima da velocidade da luz.

EXPRESSE A energia cinética do elétron é dada pela Eq. 37-52:

$$K = E - mc^2 = \gamma mc^2 - mc^2 = mc^2(\gamma - 1).$$

Assim, $\gamma = (K/mc^2) + 1$. A partir do fator de Lorentz $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$, obtemos $\beta = \sqrt{1-(1/\gamma)^2}$.

ANALISE (a) De acordo com a Tabela 37-3, a energia de repouso do elétron é $mc^2 = 511$ keV = 0,511 MeV e, portanto, o fator de Lorentz é

$$\gamma = \frac{K}{mc^2} + 1 = \frac{100\,\text{MeV}}{0{,}511\,\text{MeV}} + 1 = 196{,}695.$$

(b) O parâmetro de velocidade é

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{(196{,}695)^2}} = 0{,}999987.$$

Assim, a velocidade do elétron é 0,999987c, ou 99,9987% da velocidade da luz.

APRENDA O uso da expressão clássica da energia cinética, $K = mv^2/2$, é apropriado apenas quando a velocidade do objeto é muito menor que a velocidade da luz.