

Chapter 12

苏亦凡 计算机科学与技术学院 200111229

两个相对论因子, $\beta = \frac{u}{c}, \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$

12-1

解:

取飞船本征系, 有:

$$L = c\Delta t$$

12-2

解:

取地面系为 S 系, 飞船为 S' 系。

$$v' = \frac{v - u}{1 - \frac{uv}{c^2}}$$

S' 下有:

$$t = \frac{l}{|v|} = 1.19\mu\text{s}$$

12-5

解:

Lrentz变换:

$$\Delta x' = \gamma(\Delta x + \beta c \cdot 0)$$

解得相对论参数:

$$\begin{cases} \gamma = 2 \\ \beta = \pm \frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$

Lrentz变换:

$$\Delta t' = \gamma(0 - \beta \Delta x / c) = 5.77 \mu s$$

12-6

解:

Lrentz变换:

$$\Delta t' = \gamma(\Delta t - \beta \cdot 0)$$

解得相对论参数:

$$\begin{cases} \gamma = \frac{3}{2} \\ \beta = \frac{\sqrt{5}}{3} \end{cases}$$

Lrentz变换:

$$\Delta x' = \gamma(0 + \beta c \Delta t) = 6.72 \times 10^8 \text{m}$$

12-8

解:

引入虚数单位*i*, 有Lrentz变换:

$$\begin{bmatrix} \Delta x' \\ ic\Delta t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma & i\beta\gamma \\ -i\beta\gamma & \gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ ic\Delta t \end{bmatrix}$$

因有矩阵

$$\begin{bmatrix} \gamma & i\beta\gamma \\ -i\beta\gamma & \gamma \end{bmatrix}$$

为正交矩阵, 故变换前后内积不变。代入 $\Delta t' = 0$, 得:

$$\Delta x' = (\Delta x^2 - c^2 \Delta t^2)^{1/2}$$

12-9

解：

Lrentz变换：

$$\Delta t = \gamma(\Delta t' + 0) = 12.5\text{s}$$

在 S 系下：

$$\Delta t_2 = \frac{v\Delta t}{v_1} = 25\text{s}$$

$$t = \Delta t + \Delta t_2 = 37.5\text{s}$$

12-11

解：

有初动量为0，由动量守恒，末动量为0，即最后粒子静止，由能量关系：

$$m'_0 c^2 = 2 \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

得：

$$m'_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

12-13

解：

- (1)

$$E = \frac{m_e c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 5.81 \times 10^{-13} \text{J}$$

- (2)

$$\frac{E_k}{T} = \frac{\frac{1}{2}m_e v^2}{E - m_e c^2} = 8.05 \times 10^{-2}$$

12-16

解：

设复合质点静止质量为 km_0 。

$$\begin{cases} p_c = p_b \\ (7m_0c^2)^2 = m_0^2c^4 + p_b^2c^2 \\ (8m_0c^2)^2 = k^2m_0c^4 + p_c^2c^2 \end{cases}$$

解得 $k = 4$ ，即复合质点质量为 $4m_0$