Chapter 12

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

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：

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

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：

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

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：

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

在S系下：

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

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

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：

$$m_0'c^2 = 2\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

得：

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

12-13

解：

- (1)

$$E = \frac{m_ec^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 5.81\times10^{-13}\mathrm{J}$$

- (2)

$$\frac{E_k}{T} = \frac{\frac{1}{2}m_ev^2}{E-m_ec^2} = 8.05\times10^{-2}$$

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$4m_0$