

内容提要

相对论力学

1. 狹义相对论的两个基本原理

狹义相对性原理：物理定律在一切惯性中都具有相同的数学形式。

光速不变原理：在一切惯性系中，光在真空中的传播速率恒为 c 。

2. 洛伦兹变换

$$\text{坐标变换: } x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}, y' = y, z' = z, t' = \frac{t - ux/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}.$$

$$\text{速度变换: } v'_x = \frac{v_x - u}{1 - vu/c^2}, v'_y = \frac{v_y \sqrt{1 - u^2/c^2}}{1 - vu/c^2}, v'_z = \frac{v_z \sqrt{1 - u^2/c^2}}{1 - vu/c^2}.$$

3. 狹义相对论的时空观

$$\text{长度收缩: } l = l_0 \sqrt{1 - u^2/c^2}$$

(l_0 为原长)。

时间膨胀:

$$\Delta t = \frac{\tau}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

(τ 为原时)。

4. 相对论质量和相对论动量:

相对论质量

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

相对论动量

$$p = m\vec{u} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}\vec{u}$$

相对论动力学方程

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\frac{d\vec{u}}{dt} + \vec{u}\frac{dm}{dt}$$

5. 相对论中的能量

相对论动能:

$$E_k = mc^2 - m_0c^2$$

质能关系式:

$$E = mc^2$$

静止能量:

$$E_0 = m_0c^2$$

质量亏损:

$$\Delta E_k = \Delta m_0c^2$$

质能守恒定律:

$$\text{对于孤立系统, } \sum(E_{ik} + m_{i0}c^2) = \text{恒量}$$

相对论质量守恒定律： 对于孤立系统， $\sum m_i = \text{恒量}$

6. 动量和能量关系：

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4。$$

7. 洛伦兹不变量：

$$x^2 + y^2 + z^2 - (ct)^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - (ct')^2$$

8. 广义相对论的两个基本原理

等效原理：一个引力场一个非惯性系等效。

广义相对性原理：物理学定律在所有的参考系中都是等价的。