

内容提要

相对论力学

1. 狭义相对论的两个基本原理

狭义相对性原理：物理定律在一切惯性系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

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

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

3. 狭义相对论的时空观

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： 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， $\sum m_i$ = 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。