

## 第十七章内容提要

## 一 经典力学的相对性原理 经典力学的时空观

- ◆ 对于任何惯性参照系，牛顿力学的规律都具有相同的形式。
- ◆ 时间和空间的量度和参考系无关，长度和时间的测量是绝对的。

## 二 狭义相对论基本原理

- ◆ 爱因斯坦相对性原理：物理定律在 **所有** 的惯性系中都具有相同的表达形式。
- ◆ 光速不变原理：真空中的光速是常量，它与光源或观察者的运动无关，即不依赖于惯性系的选择。

## 三 洛伦兹坐标变换式

$$\begin{array}{l} \text{正} \\ \text{变} \\ \text{换} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x' = \gamma(x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma\left(t - \frac{v}{c^2}x\right) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{逆} \\ \text{变} \\ \text{换} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x = \gamma(x' + vt') \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \gamma\left(t' + \frac{v}{c^2}x'\right) \end{array} \right.$$

$$\beta = v/c \quad \gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$$

$v \ll c$  时，洛伦兹变换  $\longrightarrow$  伽利略变换。

## 四 狭义相对论时空观

## ◆ 同时的相对性

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{若 } \Delta t' = 0 \quad \Delta x' \neq 0 \quad \text{则 } \Delta t \neq 0 \\ \text{若 } \Delta t' = 0 \quad \Delta x' = 0 \quad \text{则 } \Delta t = 0 \end{array} \right.$$

此结果反之亦然。

## ◆ 时间延缓：运动的钟走得慢。

$$\text{若 } \Delta x' = 0 \quad \Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\beta^2}} > \Delta t' \quad \text{固有时间}$$

## ◆ 长度收缩：运动物体在运动方向上长度收缩。

$$l = l_0 \sqrt{1-\beta^2} < l_0 \quad \text{固有长度}$$

## 五 狭义相对论动力学的基础

## ◆ 质量与速度的关系

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

## ◆ 动力学的基本方程

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1-\beta^2}} \right)$$

## ◆ 质量与能量的关系

$$E = mc^2 = m_0 c^2 + E_k$$

## ◆ 动量与能量的关系

$$E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$$