

# 第五章狭义相对论

华中科技大学大学物理 A

2025 年 4 月 15 日

## 1 notes

### 1.1 狭义相对论时空观

同时性的相对性: 沿两惯性系相对运动方向发生的两个事件, 在其中一个惯性系中表现同时, 在另一惯性系中观察总是在前一惯性系运动的**后方那一事件**先发生

时间膨胀 (钟慢效应)

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$$

其中原时最短.def 原时 (本征时间): 某一参考系同一地点先后发生的两个事件之间的时间间隔

长度收缩 (尺缩效应)

$$L = L_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$$

def 原长: 物体相对参考系静止时测得的长度 原长最长!

### 1.2 洛伦兹变换

引入  $\beta = \frac{v}{c}$   $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ , 则有洛伦兹变换的正变换以及逆变换:

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma(t - \frac{v}{c^2}x) \end{cases} \quad \begin{cases} x = \gamma(x' + vt') \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \gamma(t' + \frac{v}{c^2}z') \end{cases}$$

由此也可推出洛伦兹速度变换.

### 1.3 狭义相对论动力学

相对论质量:

$$m = \gamma m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$$

于是动量:

$$p = \gamma m_0 v$$

相对论能量

$$E = mc^2$$

相对论动能:

$$E_k = mc^2 - m_0c^2 = (\gamma - 1)m_0c^2$$

即

$$\text{动能} = \text{总能量} - \text{静能}$$

相对论动量-能量关系 (关系为直角三角形三边长关系):

$$E^2 = (pc)^2 + (m_0c^2)^2$$