

1. 同时的相对性

在牛顿力学中，时间是绝对的。两事件在惯性系 S 中观察是同时发生的，那么在另一惯性系 S' 中观察也是同时发生的。

狭义相对论则认为：这两个事件在惯性系 S 中观察是同时的，而在惯性系 S' 中观察可能就不会再是同时的了。这就是狭义相对论的同时相对性。

设在惯性系 S' 中, 地点 x'_1 和 x'_2 发生两个事件, 即:

$$\Delta t', \quad \Delta x' = x'_2 - x'_1$$

$$\Delta t, \quad \Delta x = x_2 - x_1$$

则

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

讨论:

①

②

③a:

b:

④

注意:

- a.* 发生在同一地点的两个事件，同时性是绝对的，只有对发生在不同地点的事件同时性才是相对的。**
- b.* 只有对没有因果关系的各个事件之间，先后次序才有可能颠倒。**
- c.* 在低速运动的情况下， $\frac{v}{c} \ll 1$ 时得 $\Delta t \approx \Delta t'$ 。**

2. 长度缩短

在 S' 系观察者测棒两端的坐标，棒长为两坐标的差。
即

$$L' = x'_2 - x'_1$$

在 S 系中的观测者认为棒相对 S 系运动，测得长度应该为

$$L = x_2 - x_1$$

利用洛伦兹变换式有：

$$x'_1 = \frac{x_1 - ut}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}; x'_2 = \frac{x_2 - ut}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

$$\therefore x'_2 - x'_1 = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \quad \therefore L = L' \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} \Rightarrow L < L'$$

结论:

- (1) 从对物体有相对速度的参考系中所测得的沿速度方向的物体长度，总比与物体相对静止的参考系中测得的长度为短。
- (2) 在与运动速度垂直方向上没有长度收缩效应。

说明:

相对论“尺缩效应”是相对论的时空属性，和平常看到远处物体变小是两回事。

3. 时间膨胀

同长度不是绝对的一样，时间也不是绝对的。设在S'系中一固定坐标处有一只静止的钟，记录在该处前后发生的两个事件，两事件的时间间隔为：

$$\Delta t' = t'_2 - t'_1$$

而有 S 系中的钟所记录两事件的时间间隔为：

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

由于 S' 以一定的速度运动。根据洛伦兹变换式有：

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} (t'_1 + \frac{x'_1 u}{c^2}) \\ t_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} (t'_2 + \frac{x'_2 u}{c^2}) \end{array} \right.$$

$$t_2 - t_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} (t'_2 - t'_1)$$
$$\Rightarrow \Delta t > \Delta t'$$

说明:

- (1) 运动时钟的变慢完全是相对论的时空效应，与钟的具体结构和其他外界因素无关。**
- (2) 运动时钟变慢在粒子物理学中有大量的实验证明。**

4. 两种时空观对照

经典时空观：

空间是绝对的，时间是绝对的，空间、时间和物质运动三者没有联系。

相对论时空观：

a. 时间、空间有着密切联系，时间、空间与物质运动是不可分割的。

b. 不同惯性系各有自己的时间坐标，并相互发现对方的钟走慢了。

- c. 不同惯性系各有自己的空间坐标，并相互发现对方的“尺”缩短了。**
- d. 作相对运动的两个惯性系中所测得的运动物体的速度，不仅在相对运动的方向上的分量不同，而且在垂直于相对运动方向上的分量也不同。**
- e. 光在任何惯性系中传播速度都等于 C ，并且是任何物体运动速度的最高极限。**
- f. 在一个惯性系中同时发生的两事件，在另一惯性系中可能是不同时的。**

- c.*不同惯性系各有自己的空间坐标，并相互发现对方的“尺”缩短了。**
- d.*作相对运动的两个惯性系中所测得的运动物体的速度，不仅在相对运动的方向上的分量不同，而且在垂直于相对运动方向上的分量也不同。**
- e.*光在任何惯性系中传播速度都等于 C ，并且是任何物体运动速度的最高极限。**
- f.*在一个惯性系中同时发生的两事件，在另一惯性系中可能是不同时的。**