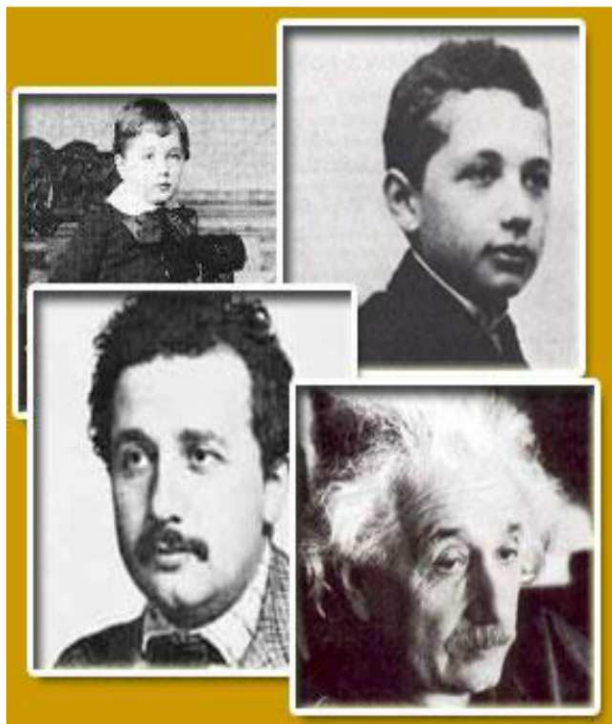


爱因斯坦 (1879-1955)

20世纪最伟大的物理学家之一，1905年、1915年先后创立狭义和广义相对论，1905年提出了光量子假设，1921年获得诺贝尔物理学奖，还在量子理论方面有重要贡献。



一 狭义相对论的基本原理

1 相对性原理

物理定律在所有惯性系中都具有相同的表达形式.

2 光速不变原理

真空中的光速是常量, 沿各个方向都等于 c , 与光源或观测者的运动状态无关.



这两条基本原理是狭义相对论的基础。

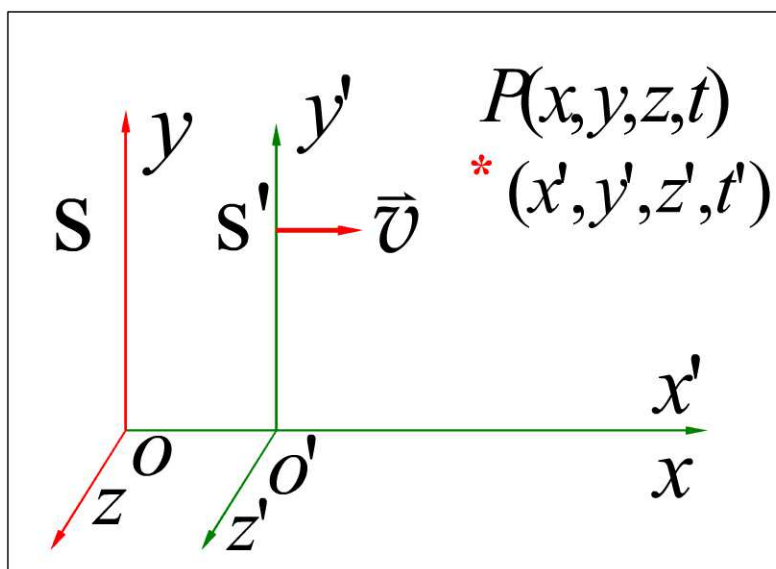
- ◆ 关键概念：相对性和不变性。
- ◆ 伽利略变换与狭义相对论的基本原理不符。
- ◆ 狭义相对论的基本原理与实验事实相符合。



二 洛伦兹变换式

符合相对论理论的时空变换关系.

设 $t = t' = 0$
时, O, O' 重合;
事件 P 的时空
坐标如图所示.



1 洛伦兹坐标变换式

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma(x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma\left(t - \frac{v}{c^2}x\right) \end{array} \right.$$

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



正变换

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

逆变换

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



注意

$v \ll c$ 时, $\beta = v/c \ll 1$

转换为伽利略变换式.



2 洛伦兹速度变换式

正变换

$$\left\{ \begin{aligned} u'_x &= \frac{u_x - v}{1 - \frac{v}{c^2} u_x} \\ u'_y &= \frac{u_y}{\gamma \left(1 - \frac{v}{c^2} u_x \right)} \\ u'_z &= \frac{u_z}{\gamma \left(1 - \frac{v}{c^2} u_x \right)} \end{aligned} \right.$$



逆变换

$$\left\{ \begin{aligned} u_x &= \frac{u'_x + v}{1 + \frac{v}{c^2} u'_x} \\ u_y &= \frac{u'_y}{\gamma \left(1 + \frac{v}{c^2} u'_x \right)} \\ u_z &= \frac{u'_z}{\gamma \left(1 + \frac{v}{c^2} u'_x \right)} \end{aligned} \right.$$



讨论

如在S系中沿x方向发射一光信号, 在S'系中观察:

$$u'_x = \frac{c-v}{1-\frac{vc}{c^2}} = c$$

光速不变

光速在任何惯性系中均为同一常量, 利用它可将时间测量与距离测量联系起来.