

爱因斯坦简介

创立了狭义相对论

发展了量子理论

建立了广义相对论

1. 伽利略相对性原理

事件：某一时刻发生在某一空间位置的事例。

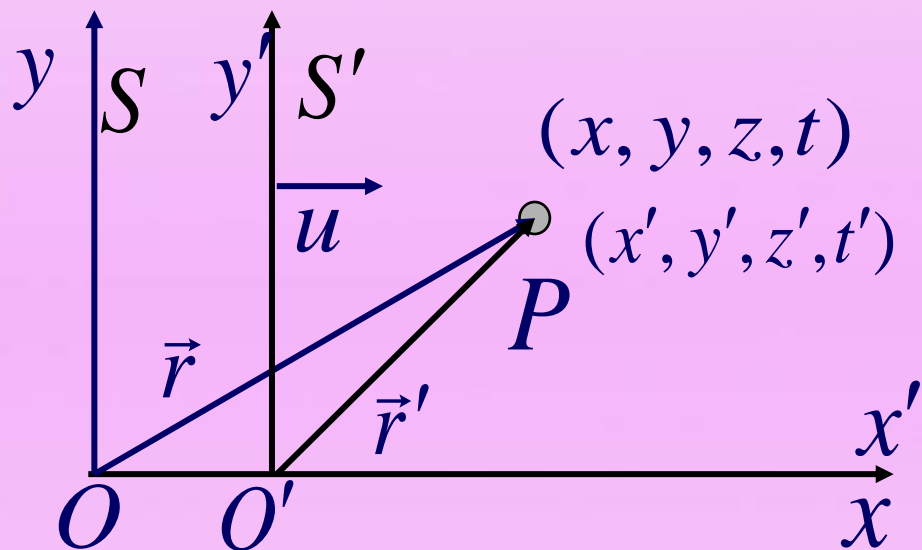
例如：车的出站、进站，火箭的发射，导弹的爆炸，部队的出发，总攻的发起，城市的攻占
在坐标系中，一个事件对应于一组时空坐标。

明确研究的问题：

在两个惯性系（实验室参考系 S 与运动参考系 S' ）
中考察同一物理事件

两组时空坐标之间的关系称为坐标变换

两个参考系 (约定系统)



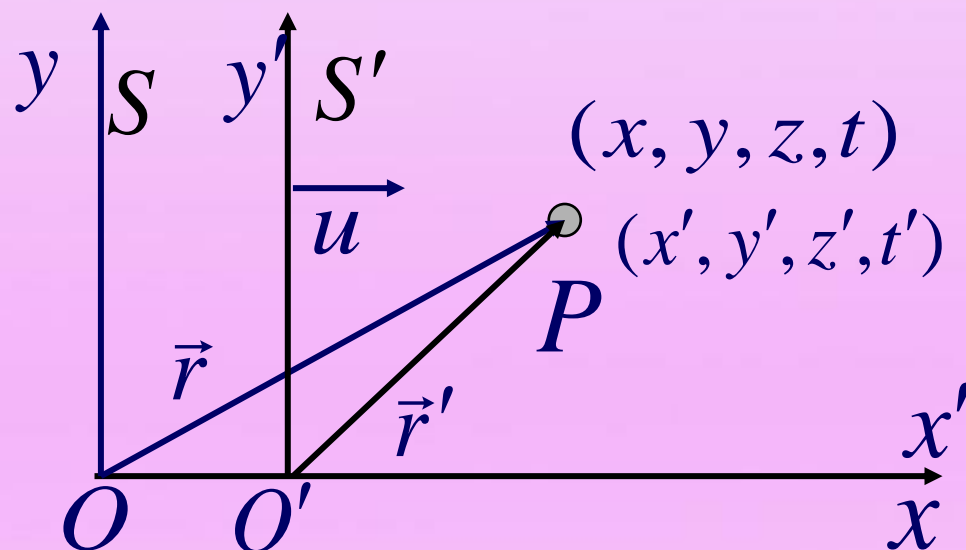
如图, S, S' 相应坐标轴保持平行, X, X' 轴重合, S' 相对 S 以速度 u 沿轴作匀速直线运动。

O, O' 重合时, $t = t' = 0$ 计时开始。

伽利略变换

事件:

t 时刻, 物体到达 P 点



$$S \quad \vec{r}(x, y, z, t) \quad \vec{v}(x, y, z, t) \quad \vec{a}$$

$$S' \quad \vec{r}'(x', y', z', t') \quad \vec{v}'(x', y', z', t') \quad \vec{a}'$$

变换分量式

正变换 $S' \rightarrow S$

$$x' = x - ut$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

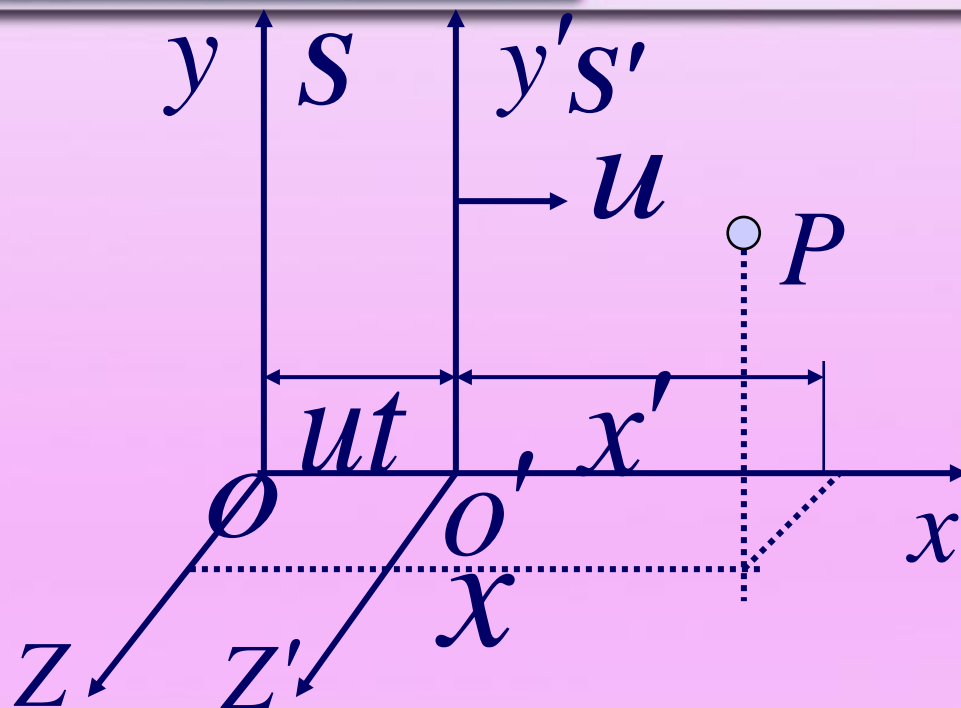
逆变换 $S \rightarrow S'$

$$x = x' + ut'$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = t'$$



速度变换

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{v}' = \frac{d\vec{r}'}{dt'}$$

加速度变换

正

$$\begin{aligned} v'_x &= v_x - u \\ v'_y &= v_y \\ v'_z &= v_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a'_x &= a_x - \frac{du}{dt} \\ a'_y &= a_y \\ a'_z &= a_z \end{aligned}$$

$$u = c$$

$$\begin{aligned} a'_x &= a_x \\ a'_y &= a_y \\ a'_z &= a_z \end{aligned}$$



逆

$$\begin{aligned} v_x &= v'_x + u \\ v_y &= v'_y \\ v_z &= v'_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_x &= a'_x + \frac{du}{dt'} \\ a_y &= a'_y \\ a_z &= a'_z \end{aligned}$$

惯性系

$$\begin{aligned} a_x &= a'_x \\ a_y &= a'_y \\ a_z &= a'_z \end{aligned}$$

在两个惯性系中 $\vec{a}' = \vec{a}$

同一质点在两个不同惯性系中的加速度总是相同的。

伽利略相对性原理

$$S \quad \vec{F} \quad m \quad \vec{a} \quad \vec{F} = m\vec{a}$$

$$S' \quad \vec{F}' \quad m' \quad \vec{a}' \quad \vec{F}' = m'\vec{a}'$$

牛顿力学中：

相互作用是客观的，力与参考系无关。

质量的测量与运动无关。

据伽利略变换 $\vec{a}' = \vec{a}$

宏观低速物体的力学规律在任何惯性系中形式相同

或 牛顿力学规律在伽利略变换下形式不变

或 牛顿力学规律是伽利略不变式

如：动量守恒定律

$$S \quad m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20}$$

$$S' \quad m'_1 \vec{v}'_1 + m'_2 \vec{v}'_2 = m'_1 \vec{v}'_{10} + m'_2 \vec{v}'_{20}$$

2.经典力学时空观

据伽利略变换，可得到经典时空观

(1) 同时的绝对性

在同一参照系中，两个事件同时发生 $t_1 = t_2$

据伽利略变换，在另一参照系中， $t'_1 = t'_2$

在其他惯性系中，两个事件也一定同时发生。

同时的绝对性。

(2) 时间间隔的测量是绝对的

在同一参照系中，两个事件先后发生，其间隔为

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

据伽利略变换， $t = t'$ 在另一参照系中，

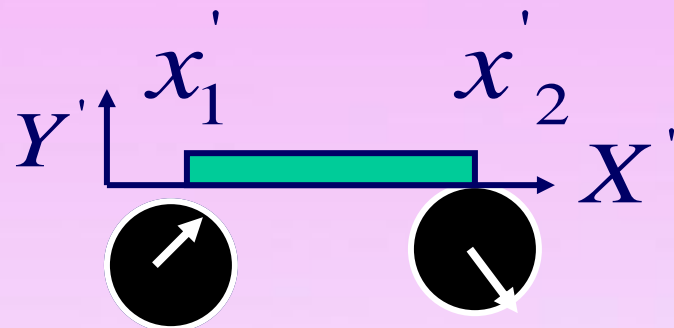
$$\Delta t' = t'_2 - t'_1 = \Delta t$$

在其他惯性系中，两个事件的时间间隔不变。

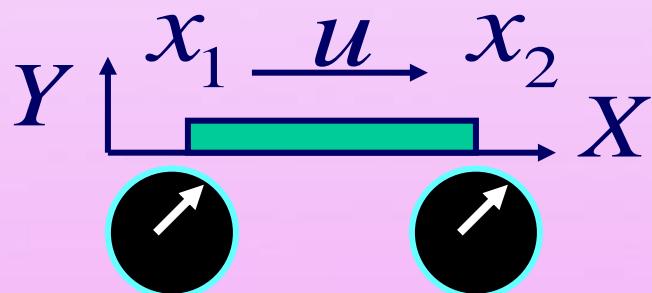
时间间隔的绝对性。

(3) 长度测量的绝对性

当杆的方向沿轴方向时，长度是杆的两端的坐标差，但必须同时测量。



静止系中可不同时测



运动系中同时测

运动系中，杆的长度为

$$l = x_2 - x_1$$

静止系中，杆的长度为

$$l' = x'_2 - x'_1$$

据伽利略变换 $x'_1 = x_1 - ut$ $x'_2 = x_2 - ut$

$$l' = x'_2 - x'_1 = x_2 - x_1 = l$$

长度测量是绝对的。