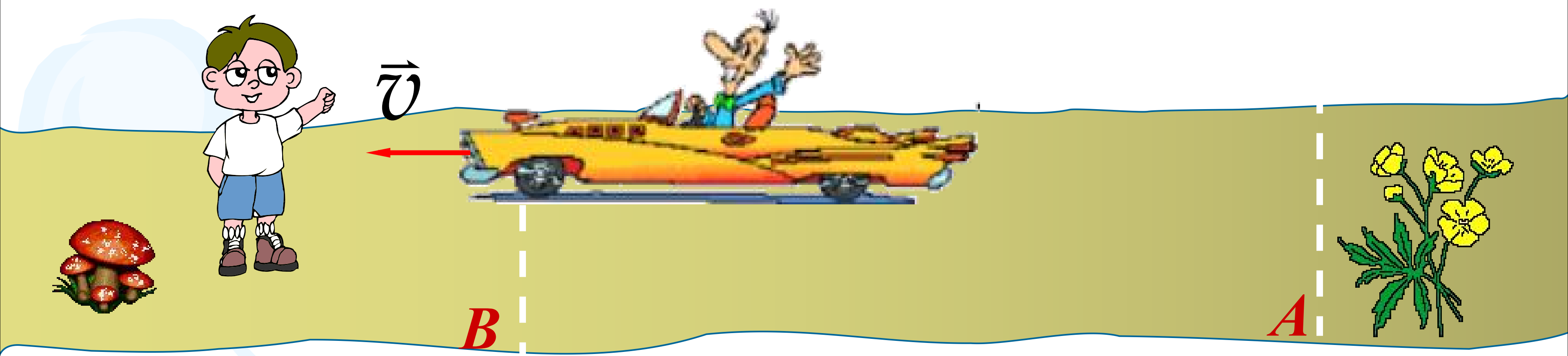
一 时间与空间

小车以较低的速度 $\vec{v}$ 沿水平轨道先后通过点 A 和点 B．地面上人测得车通过 A、B 两点间的距离和时间与车上的人测量结果相同．



在两个相对作直线运动的参考系中， 时间的测量是绝对的，空间的测量也是绝对的， 与参考系无关， 时间和长度的的绝对性是经典力学或牛顿力学的基础．

二 相对运动

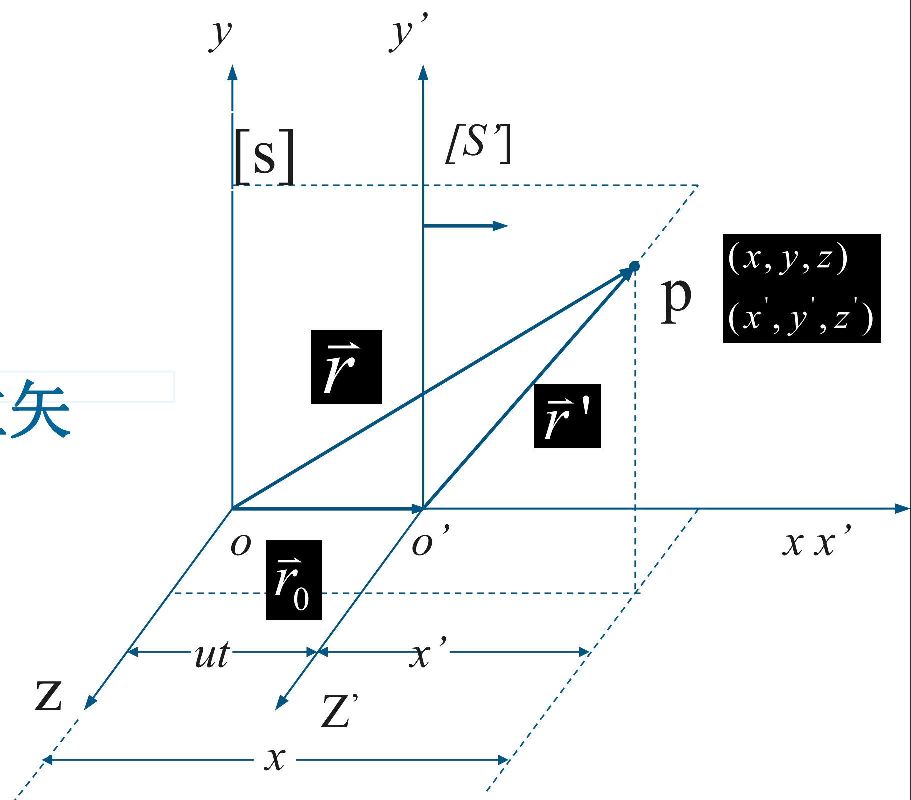
物体运动的轨迹依赖于观察者所处的参考系

运动是相对的 静止参考系、运动参考系也是相对的

二、绝对运动、牵连运动、相对运动

质点在相对作匀速直线运动的两个坐标系中的位移

1、位矢变换关系



绝对位矢

$$\vec{r} = \vec{r}\,' + \vec{r}_0$$

绝对位矢　相对位矢　牵连位矢

$$\vec{r}_0 = \vec{u}\,t$$

两边对时间求导，可得

$$\vec{v} = \vec{v}\,' + \vec{v}_0$$

$$\vec{v} = \vec{v}\,' + \vec{u}$$

绝对速度　相对速度　牵连速度

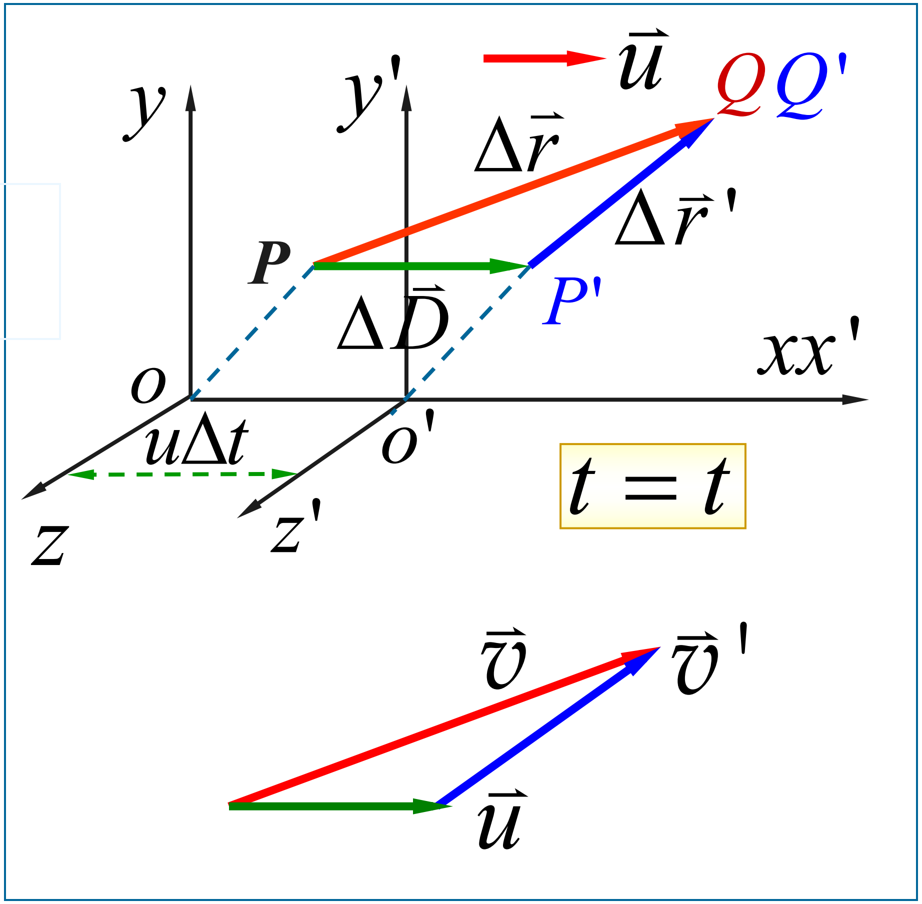
加速度的变换关系

$$\vec{a} = \vec{a}\,' + \vec{a}_0$$

绝对加速度　相对加速度　牵连加速度

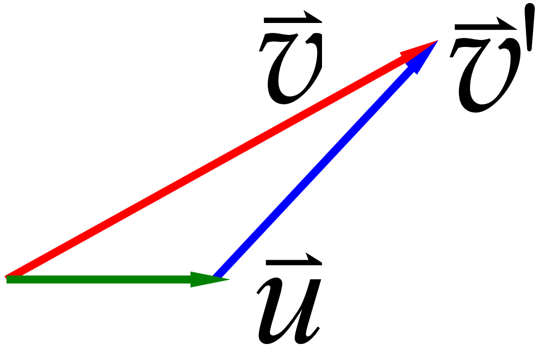
$$\because \ \vec{a}_0 = 0$$

$$\therefore \ \vec{a} = \vec{a}\,'$$



伽利略速度变换

$$\boxed{\vec{v}=\vec{v}'+\vec{u}}$$



绝对速度 $\vec{v}=\dfrac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}$

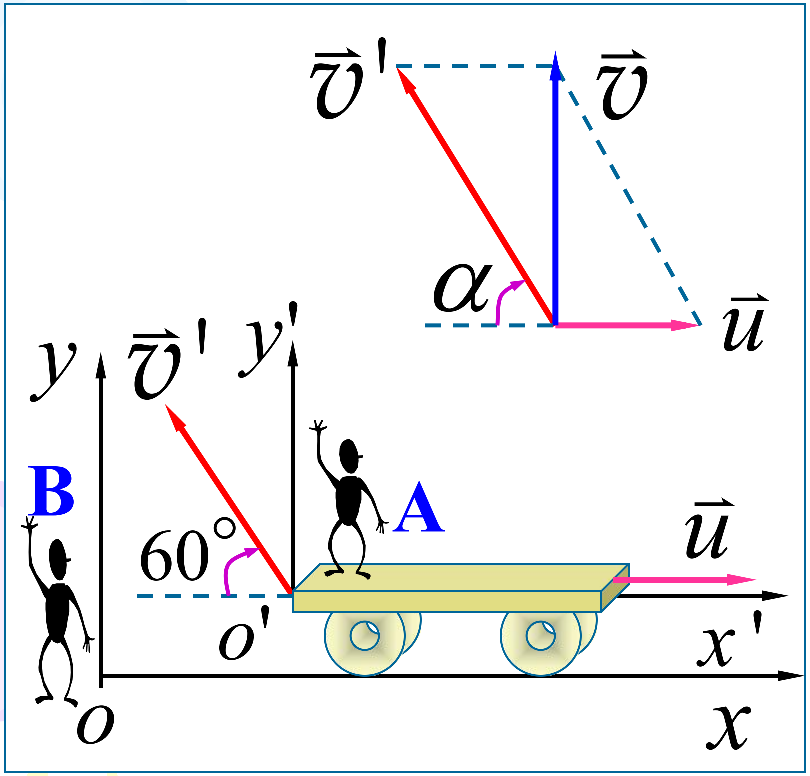
相对速度 $\vec{v}'=\dfrac{\mathrm{d}\vec{r}'}{\mathrm{d}t'}$

牵连速度 $\vec{u}$

注意 当 $\vec{u}$ 接近光速时，伽利略速度变换不成立！

加速度关系 $\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}=\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}'}{\mathrm{d}t}+\dfrac{\mathrm{d}\vec{u}}{\mathrm{d}t}$　　若 $\dfrac{\mathrm{d}\vec{u}}{\mathrm{d}t}=0$ 则 $\vec{a}=\vec{a}'$

例 如图示，一实验者 A 在以 10 m/s 的速率沿水平轨道前进的平板车上控制一台射弹器，此射弹器以与车前进的反方向呈 60° 度角斜向上射出一弹丸．此时站在地面上的另一实验者 B 看到弹丸铅直向上运动，求弹丸上升的高度．



解 地面参考系为 S 系

平板车参考系为 S' 系

$$\tan\alpha = \frac{v'_y}{v'_x}$$

速度变换

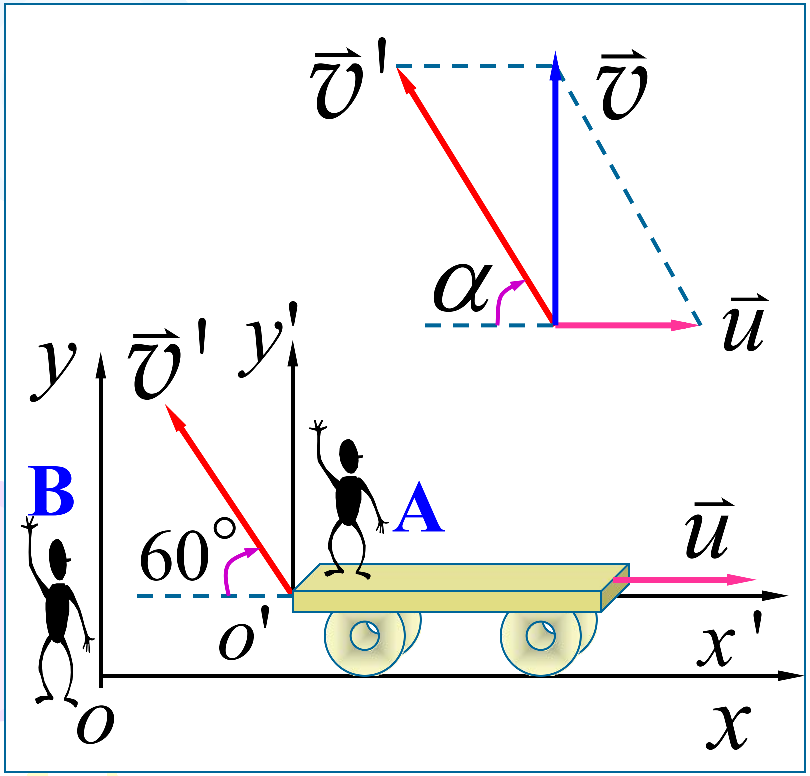
$$v_x = u + v'_x$$

$$v_y = v'_y$$

解 地面参考系为 S 系，平板车参考系为 S' 系

$$\tan\alpha = \frac{v'_y}{v'_x} \qquad v_x = u + v'_x \qquad v_y = v'_y$$

$$\because v_x = 0 \qquad \therefore v'_x = -u = -10\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$



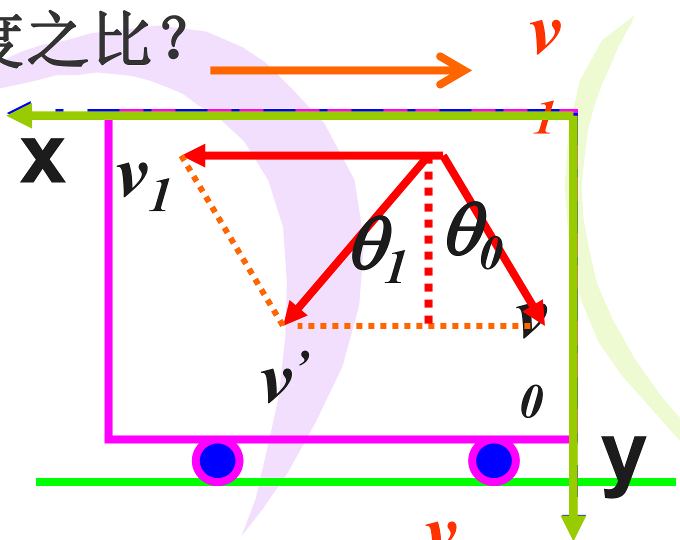
$$|v_y| = |v'_y| = |v'_x \tan\alpha|$$

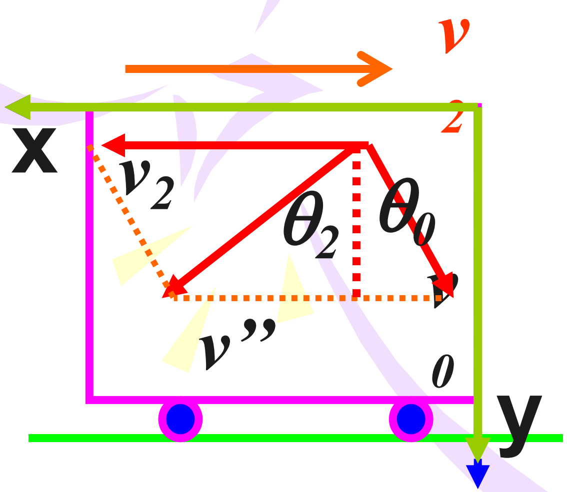
$$|v_y| = 17.3\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

弹丸上升高度

$$y = \frac{v_y^2}{2g} = 15.3\,\mathrm{m}$$

例：火车停止时，车窗上雨痕向前倾斜θ_0角。火车以某一速度匀速前进时，窗上雨痕向后倾斜θ_1角。火车加快以另一速度匀速前进时，窗上雨痕向后倾斜θ_2角。问车加速前后的速度之比？





参考系：火车看为“静止”坐标系

利用速度矢量的几何关系

$$\begin{cases} v'\sin\theta_1 = v_1 - v_0\sin\theta_0 \\ v'\cos\theta_1 = v_0\cos\theta_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v''\sin\theta_2 = v_2 - v_0\sin\theta_0 \\ v''\cos\theta_2 = v_0\cos\theta_0 \end{cases}$$

$$v_1 = v_0(\cos\theta_0 \mathrm{tg}\theta_1 + \sin\theta_0)$$

$$v_2 = v_0(\cos\theta_0 \mathrm{tg}\theta_2 + \sin\theta_0)$$

$$v_1 : v_2 = (\cos\theta_0 \mathrm{tg}\theta_1 + \sin\theta_0) : (\cos\theta_0 \mathrm{tg}\theta_2 + \sin\theta_0)$$