

想想议议：
运动和力有什么关系？

1. 物体要运动起来该怎么办？
2. 一个运动的物体如果不受力了，这个物体会如何运动？



维持运动需要力吗？

- ◆ 你一定有过这样的生活经验：在平地上骑自行车的时候，即使不踩踏板，车会前进一段距离，但因为没有继续用力，它最终还是要停下来。生活中常会遇到这类现象。

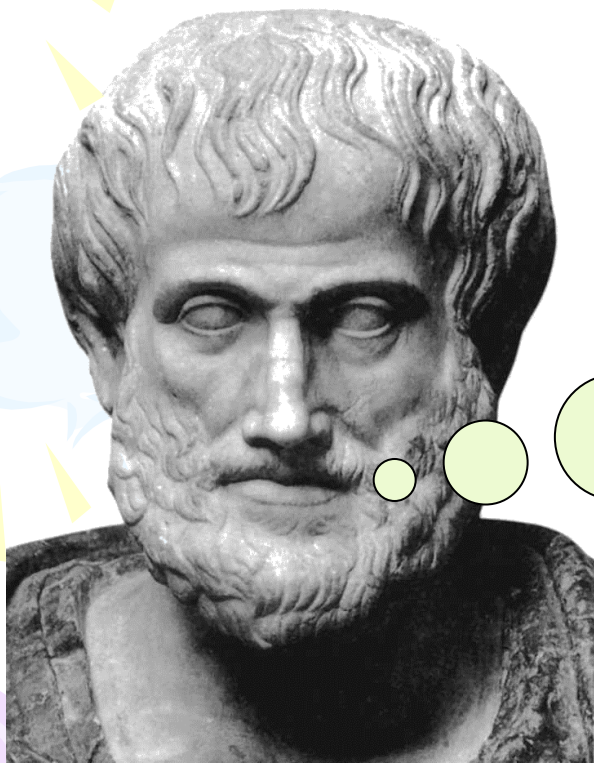
例如：关闭的发动机的列车会停下来

自由摆动的秋千会停下来

还有打出去的球也会停下来

历史回顾：

亚里士多德的观点：



必须有力作用在物体上，才能使物体保持运动状态。

力是维持物体运动的原因

2000多年前，古希腊哲学家亚里士多德根据当时人们对运动和力的关系的认识提出一个观点

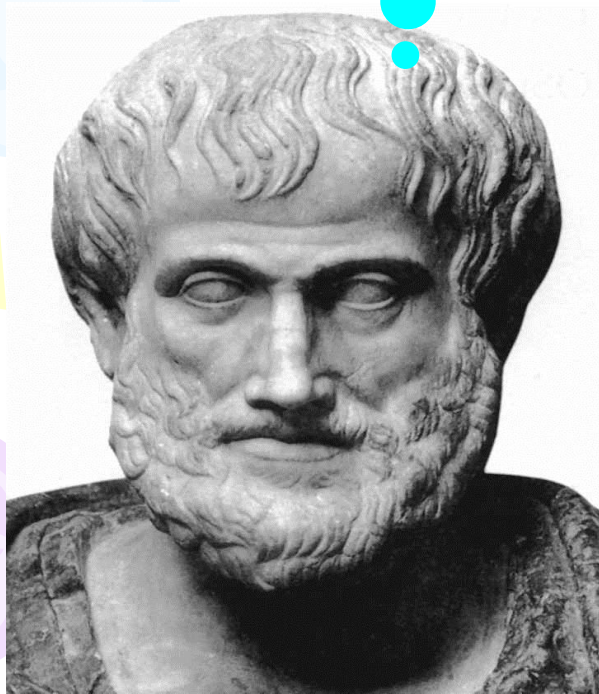
伽利略对亚里士多德的观点提出了怀疑？

物体的运
动不需要力
来维持



力是维持
物体运动
的原因

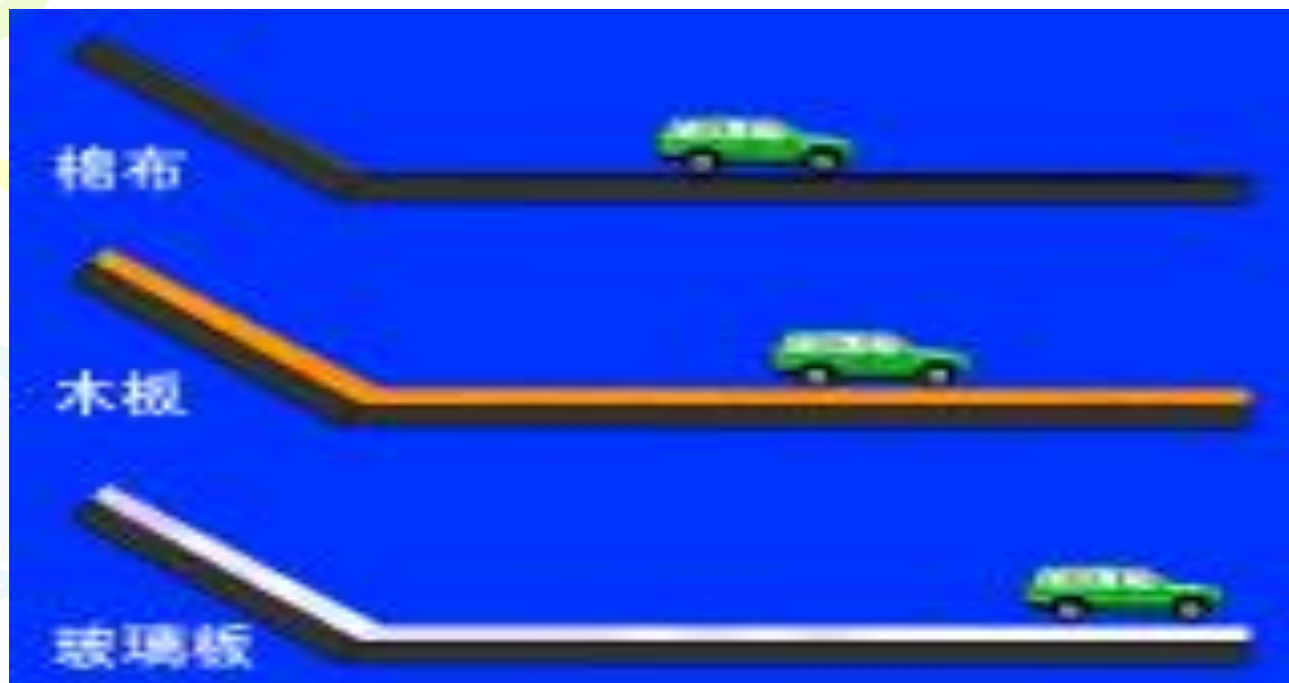
物体的运动
不需要靠力
来维持



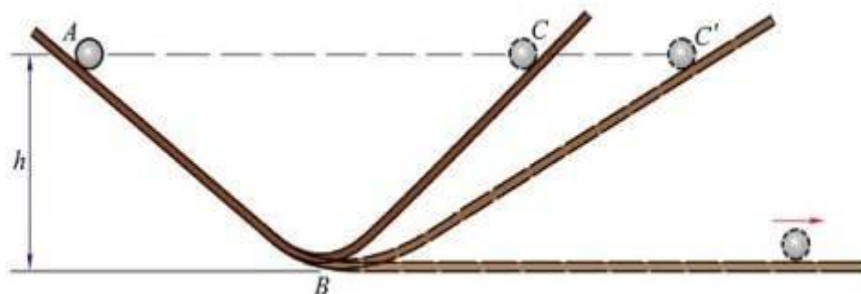
两种说法
哪个是正
确的？



探究：阻力对物体运动的影响



实验次数	表面材料	阻力大小	滑行距离
1	毛巾	最大	最短
2	粗布条	较大	较长
3	木板	较小	最长



结论

一切运动着的物体在没有受到阻力作用的时候，它的速度保持不变，并且一直运动下去。即物体在水平面上做匀速运动不需要外力来维持

笛卡尔的观点：

法国科学家笛卡尔补充和完善了伽利略的论点，提出：如果没有其它原因，运动的物体将继续以同一速度**沿着一条直线运动**，既不会停下来，也不会偏离原来的方向



存在的问题：

伽利略和笛卡尔对物体的运动作了准确的描述，但是没有指明原因是什么，这个原因跟运动的关系是什么。



艾萨克 牛顿 (Issac
Newton, 1642年
~1727年)

牛顿总结了前人的经验，指出了加速和减速的原因是什么，并指出了这个原因跟运动的关系，这就是牛顿第一定律。

一 牛顿第一定律

任何物体都要保持其静止或匀速直线运动状态，直到外力迫使它改变运动状态为止。

★ $\vec{F} = 0$ 时， $\vec{v} = \text{恒矢量}$

★ 惯性和力的概念

物体不受力时，原来静止保持静止，原来运动的保持原来的速度匀速直线运动下去，物体具有这种把原来运动状态保持下去的性质叫做惯性

物体的运动不需要力来维持

★ 牛顿第一定律不可能通过实验来验证

★ 惯性系和非惯性系

请用惯性知识解释下图现象



当汽车刹车时，人的脚底由于摩擦而随之静止，人的上身由于惯性，会保持继续运动的状态，所以人会前倾

二 牛顿第二定律

动量为 \vec{p} 的物体，在合外力 \vec{F} 的作用下，其动量随时间的变化率应当等于作用于物体的合外力。

$$\star \vec{F}(t) = \frac{d\vec{p}(t)}{dt}, \quad \vec{p}(t) = m\vec{v}(t)$$

\star 当 $v \ll c$ 时, m 为常量 $\vec{F}(t) = m\vec{a}(t)$

★ 瞬时关系

★ 牛顿定律的研究对象是单个物体（质点）

★ 力的叠加原理

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots$$

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \cdots$$

直角坐标系

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k} \\ \vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \\ F_z = ma_z \end{array} \right.$$

自然坐标系

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F} = F_t \vec{e}_t + F_n \vec{e}_n \\ m\vec{a} = ma_t \vec{e}_t + ma_n \vec{e}_n = m \frac{dv}{dt} \vec{e}_t + m \frac{v^2}{R} \vec{e}_n \end{array} \right.$$

这些场景中存在什么力？（1）



牙刷受到猩猩手掌给的摩擦力；

猩猩的手掌受到牙刷给的摩擦力。



篮球受到人手掌给的支持力；

人的手掌受到篮球给的压力。

篮球受到地球给的重力；

这些场景中存在什么力？（2）



树叶受到空气给的浮力；

空气受到树叶给的压力。



风筝受到空气给的浮力；
空气受到风筝给的压力。

什么是力？

力是物体对物体的相互作用

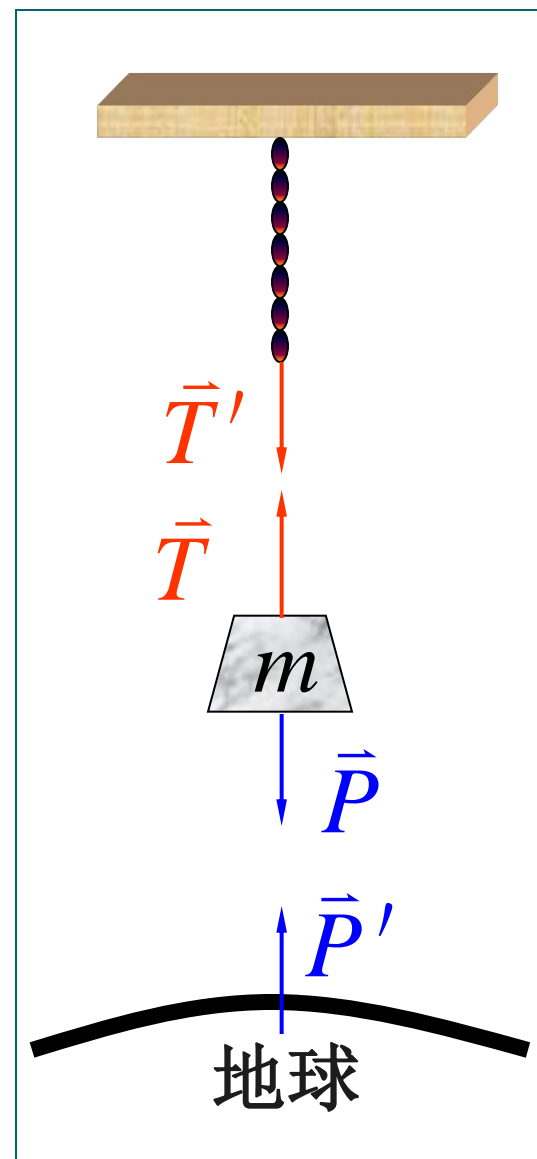
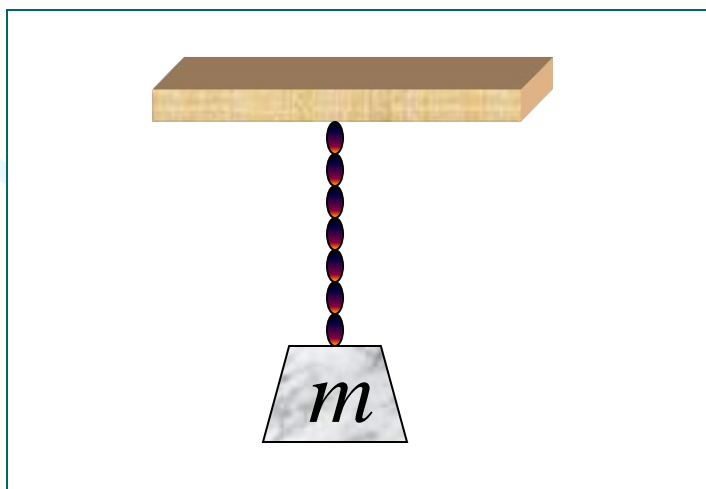
对于一个力来说，总是存在着施力物体和受力物体

三 牛顿第三定律

两个物体之间作用力 \vec{F} 和反作用力 \vec{F}' ，沿同一直线，大小相等，方向相反，分别作用在两个物体上。

$$\star \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

(物体间相互作用规律)



作用力与反作用力：

- 1、它们总是成对出现，它们之间一一对应。
- 2、它们分别作用在两个物体上，绝不是平衡力。
- 3、它们一定是属于同一性质的力。

作用力与反作用力与平衡力的区别

	一对平衡力	一对作用力与反作用力
相同点	大小相同，方向相反，作用在一条直线上	
不同点	两个力作用在同一物体上	作用在相互作用的两个物体上
	两个力的性质不一定相同	力的性质一定相同
	一个力的产生、变化、消失不一定影响另一个力	两个力同时产生、同时变化，同时消失
	两个力共同作用效果使物体平衡	两个力各有各的作用效果

四 惯性参考系

地面参考系：

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} = 0 = m\vec{a}$$

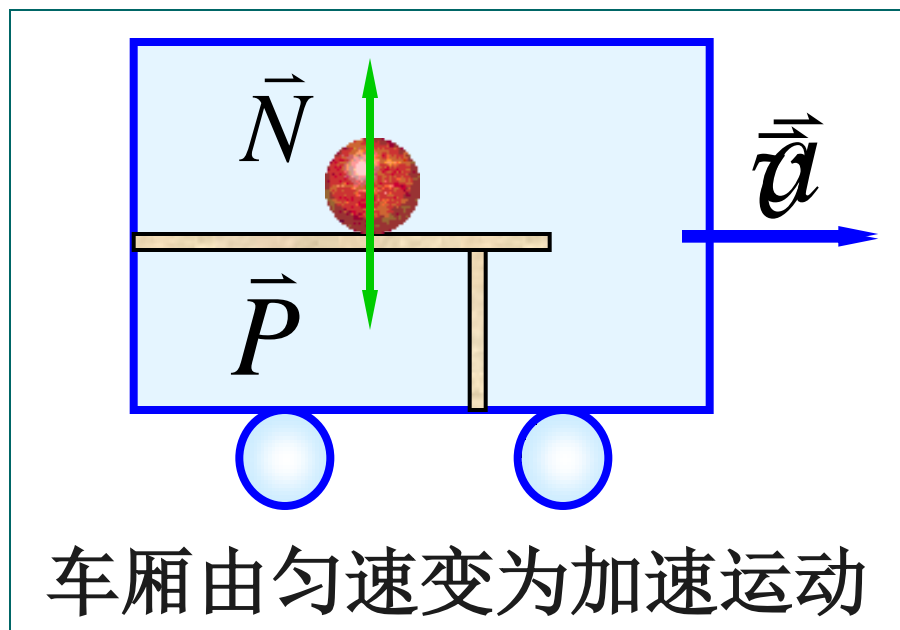
(小球保持匀速运动)

车厢参考系：

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} = 0 \neq m\vec{a} \quad (\text{小球加速度为} -\vec{a})$$

定义： 适用牛顿运动定律的参考系叫做惯性参考系；反之，叫做非惯性参考系。

(在研究地面上物体的运动时，地球可近似地看成是惯性参考系。)



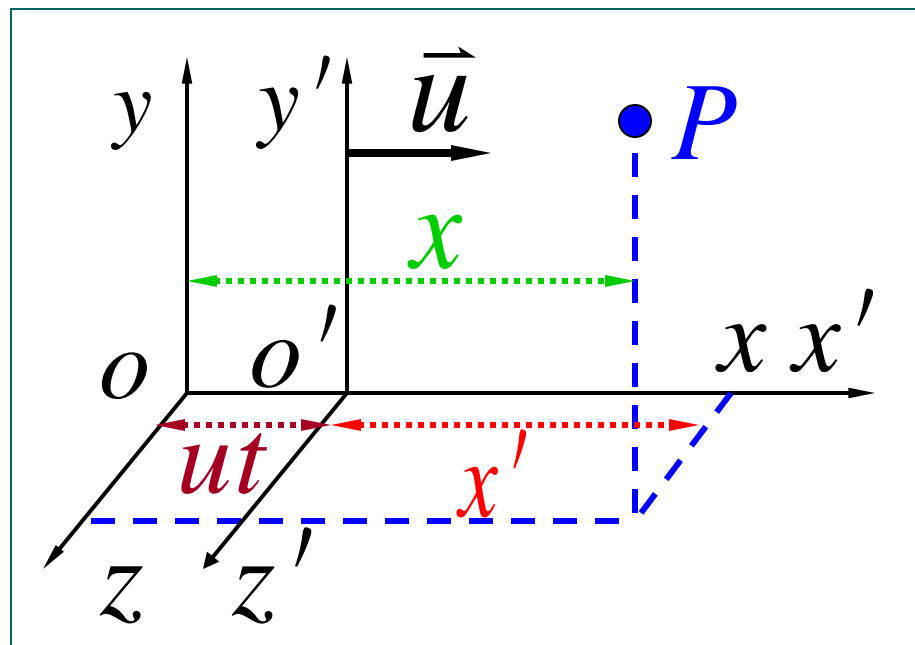
五 力学相对性原理

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

$$\vec{u} \text{ 为常量 } \therefore \vec{a} = \vec{a}'$$

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

结论



1) 凡相对于惯性系作**匀速直线运动**的一切参考系都是惯性系。

2) 对于**不同**惯性系，牛顿力学的规律都具有**相同**的形式，与惯性系的运动无关。

—— 伽利略相对性原理

例. 正在做曲线运动的物体, 若它所受到的外力同时消失, 那么它将 (C)

- A. 物体立即停下来
- B. 物体继续做曲线运动
- C. 物体将做匀速直线运动
- D. 物体将改变运动方向

■ 例 火车在长直的轨道上匀速行驶，门窗紧闭的车厢内有一人向上跳起，发现仍落回到原处，这是因为

■ **A** 人跳起后，车厢内空气给他以向前的力，带着他随火车一起向前运动

■ **B** 人跳起的瞬间，车厢的地板给人一个向前的力，推动他随火车一起运动

■ **C** 人跳起后，车继续前进，所以人落下必然偏后一些，只是由于时间很短，偏后的距离不易观察出来

■ **D** 人跳起后直到落地，在水平方向上人和车具有相同的速度