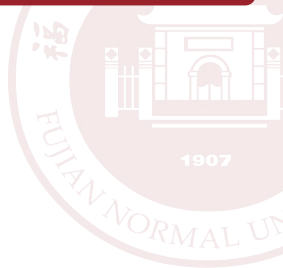


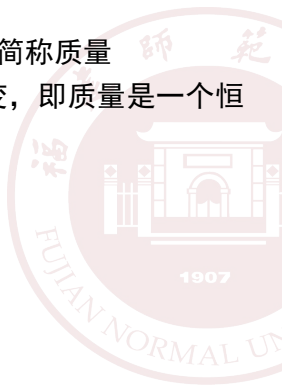
§3.2 惯性质量和动量



一、惯性质量



- 不受外力作用时，物体保持静止或匀速直线运动状态的属性，称为惯性
- 受到外力作用时，物体的运动状态将被改变
- 惯性越大，物体运动状态越难改变
- 表征物体惯性大小的物理量称为惯性质量，在不引起混淆的情况下，简称质量
- 在经典力学的研究范畴，物体的质量不随物体运动状态的改变而改变，即质量是一个恒量



二、动量和力



- 质量为 m 的质点，当其速度为 \vec{v} 时，其动量为

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

- 力是物体和物体之间的相互作用，它可以用受力物体的动量对时间的变化率来量度

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$



三、牛顿运动定律



牛顿第二定律

The alteration of motion is ever proportional to the motive force impressed; and is made in the direction of the right line in which that force is impressed. [From: The Mathematical Principles of Natural Philosophy]
运动的变化正比于外力，变化的方向沿外力作用的直线方向。【引自：自然哲学之数学原理】

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

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

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

直角坐标系下的分量形式

$$F_x = ma_x$$

$$F_y = ma_y$$

$$F_z = ma_z$$

平面极坐标系下的分量形式

$$F_r = ma_r$$

$$F_\theta = ma_\theta$$

平面自然坐标系下的分量形式

$$F_t = ma_t$$

$$F_n = ma_n$$

当 $m = 0$ 时，不管 \vec{a} 等于多少， $\vec{F} \equiv \vec{0}$

牛顿第三定律

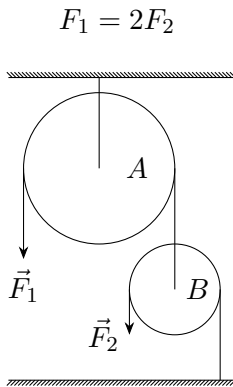
To every action there is always opposed an equal reaction: or the mutual actions of two bodies upon each other are always equal, and directed to contrary parts. [From: The Mathematical Principles of Natural Philosophy]

每一种作用都有一个相等的反作用；或者，两个物体间的相互作用总是相等的，而且指向相反。【引自：自然哲学之数学原理】

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



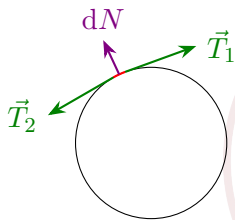
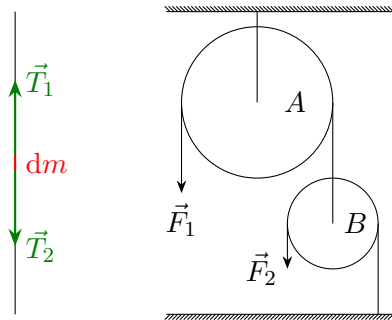
当不计绳子和滑轮的质量，且绳子与滑轮之间的摩擦可以忽略不计时，以 B 为研究对象进行受力分析，可得



- 绳子中的张力处处相等的条件

- ① 绳子不计质量

- ② 忽略绳子与滑轮之间的摩擦

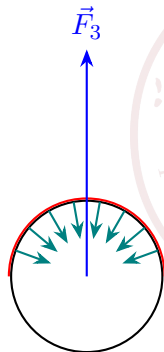
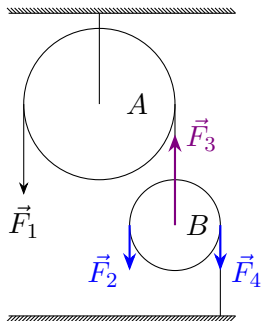


• 以 B 为研究对象进行受力分析

① 滑轮不计质量，重力为零

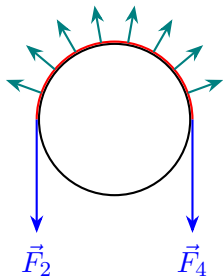
② 上方绳子的拉力 \vec{F}_3 ，大小为 $F_3 = F_1$ ，方向竖直向上

③ 下方两边绳子的拉力 \vec{F}_2 和 \vec{F}_4 ，大小为 $F_2 = F_4$ ，方向竖直向下



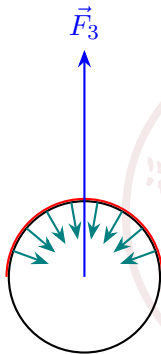
这两个力 (\vec{F}_2 和 \vec{F}_4) 作用在 B 上吗?

- 以绳子为研究对象进行受力分析



- 绳子不计质量，所受合力为零，滑轮对绳子的作用力大小等于 $F_2 + F_4$ ，方向竖直向上

- 根据牛顿第三定律，绳子对滑轮的作用力大小等于 $F_2 + F_4$ ，方向竖直向下



四、伽利略的相对性原理



伽利略相对性原理

对于描述力学规律来说，一切惯性系都是等价的。这叫做力学的相对性原理或伽利略相对性原理。

牛顿运动定律在所有惯性参考系中表现出相同的形式

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

