第二课堂　牛顿运动定律

牛顿运动定律

- 惯性定律
- $\vec{F} = m\vec{a}$
- $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

适用范围：

质点、低速、惯性系

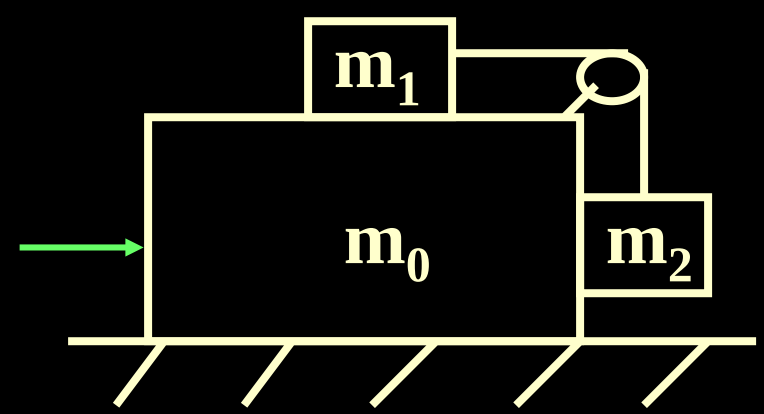
运动规律 ⇄ 受力

1、各种力的基本性质

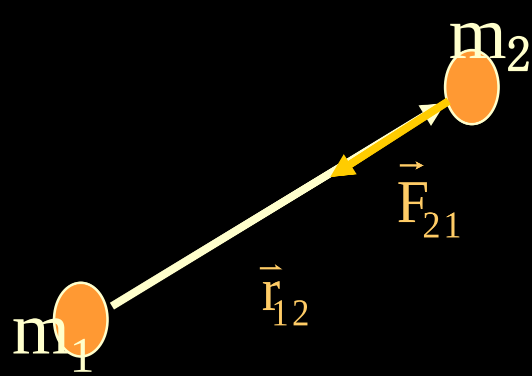
2、受力分析的隔离体法

3、变力问题

4、非惯性系和惯性力



- 常见的力
  - 场力
    - 重力 $m\vec{g}$
    - 万有引力 $\vec{F}_{21} = -G\dfrac{m_1 m_2}{r_{12}^2}\hat{\boldsymbol{r}}_{12}$



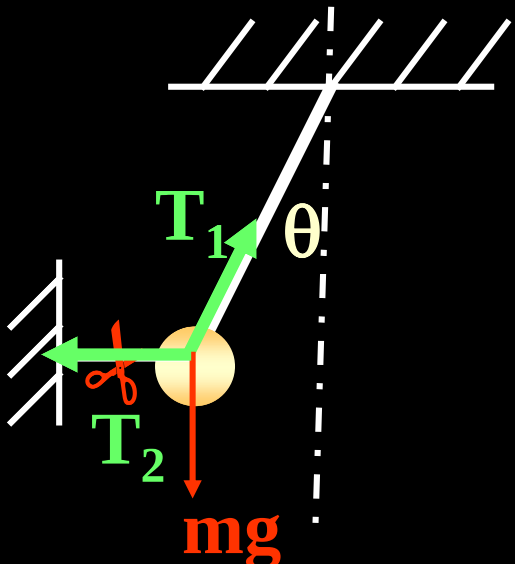
  - 接触力
    - 弹性力
      - 弹簧力 $\boldsymbol{f} = -\mathbf{kx}$
      - 正压力　　张力
    - 摩擦力
      - 滑动摩擦力 $f_k = \mu_k N$
      - 静摩擦力 $0 \le f_s \le f_{max} = \mu_s N \ (\mu_k < \mu_s)$

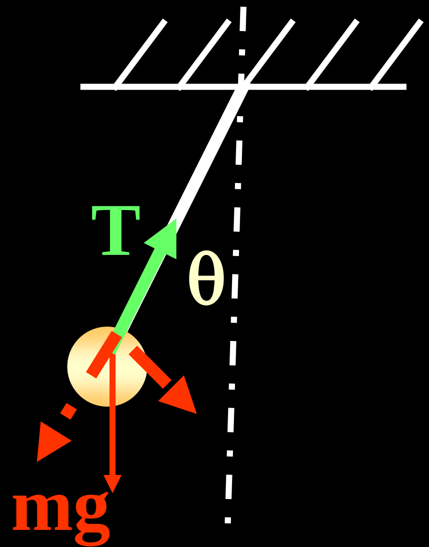
注意: 1、运动的瞬时性和矢量性

2、各种材质的定义差别

3、受力分析注意运动状态

自测练习p3　填充题5





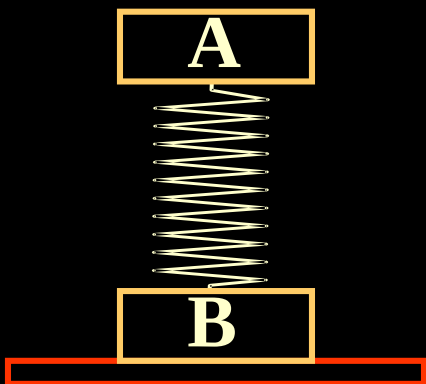
法向:

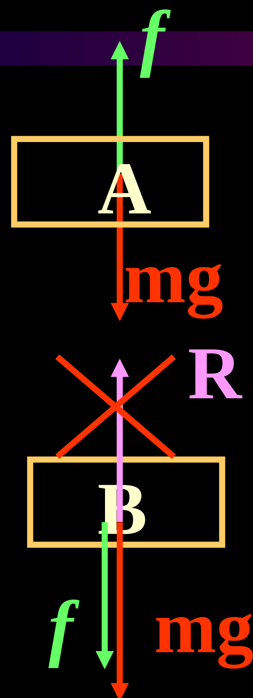
$$T - mg\cos\theta = 0$$

切向:

$$mg\sin\theta = ma_t$$

（学习指导书p19 填充题8） 质量相等两物体如图放置，若把支持面迅速移走，则在移开的瞬间，A和B的加速度为多大？





对A物体： $mg - f = 0$

对B物体： $mg + f - R = 0$

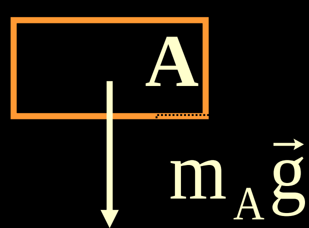
撤去木板后

对A物体： $mg - f = 0$

对B物体： $mg + f = ma$

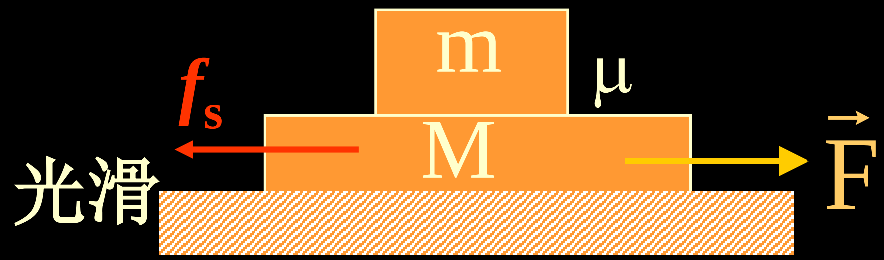
$\Rightarrow a = 2g$

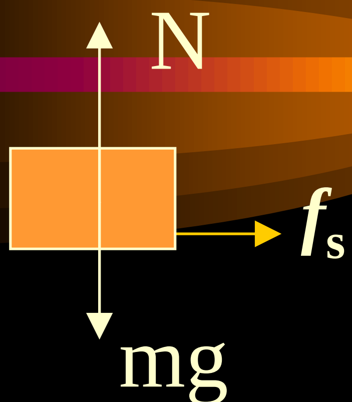
A、B一起作斜抛，A始终在B上，A的受力图？



1) 若m相对于M无相对运动, 对力F有何要求?

2) 若能将M从中抽出, 对力F有何要求?





$$a_m = a_M \Rightarrow \frac{m}{M+m}F = f_s \le \mu N = \mu mg$$

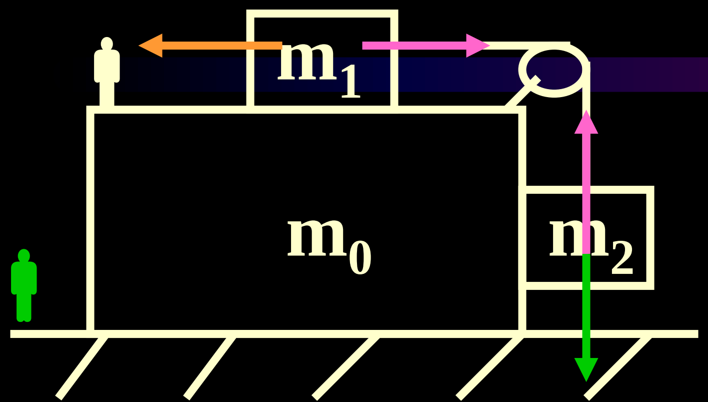
$$f_s = ma_m \qquad \Rightarrow F \le \mu g(M+m)$$

$$F - f_s = Ma_M$$

$$a_M > a_m \Rightarrow \frac{m}{M+m}F > f_s = f_{max} = \mu mg \Rightarrow F$$

4、根据题意灵活选择参照系和研究质点

书P46 1-15



$$m_2 g - T = 0$$

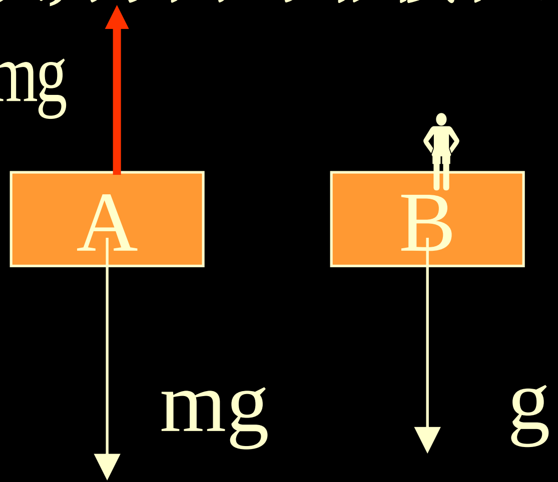
$$T - m_1 a = 0$$

$$\Rightarrow m_2 g = m_1 a$$

$$F = (m_0 + m_1 + m_2)a$$

5、惯性力—大小等于运动质点的质量与非惯性系加速度的乘积, 方向与非惯性系加速度的方向相反。

$$f_{惯性力} = mg$$



注意：惯性力是虚拟力，无反作用力

牛顿运动定律的解题方法（隔离体法）

1）确定研究对象进行受力分析；

（隔离物体，画受力图）

2）取坐标系；列方程(分量式)

3）利用其它的约束条件列补充方程

4）先用文字符号求解，后代入数据计算结果.

选物体　看运动

查受力　列方程

例1 图示系统置于以a=g/2的加速度上升的升降机内，A、B两物体质量均为m。A是放在水平桌面上的，绳子不伸长，它和定滑轮的质量不计。A与桌面间摩托车擦系数为μ。若物体A在桌面上加速滑动，则绳中张力多大？

A: $T-\mu N = ma_{Ax}$

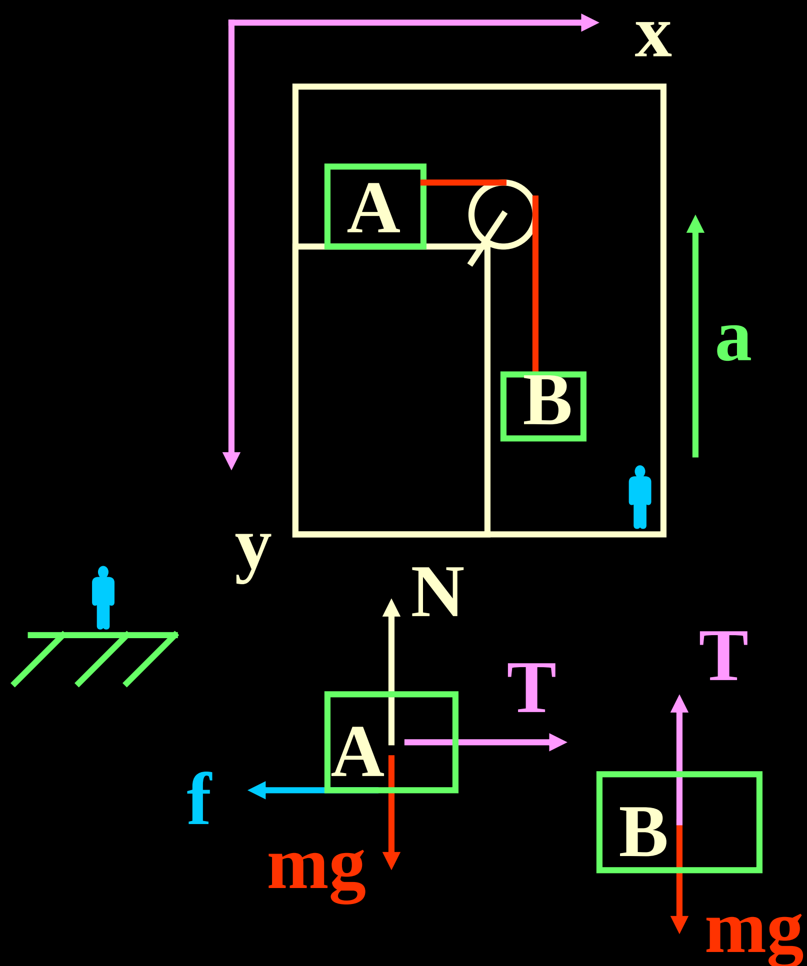
$mg - N = ma_{Ay}$

B: $mg - T = ma_{By}$

$\vec{a}_{m地} = \vec{a}_{m升} + \vec{a}_{升地}$

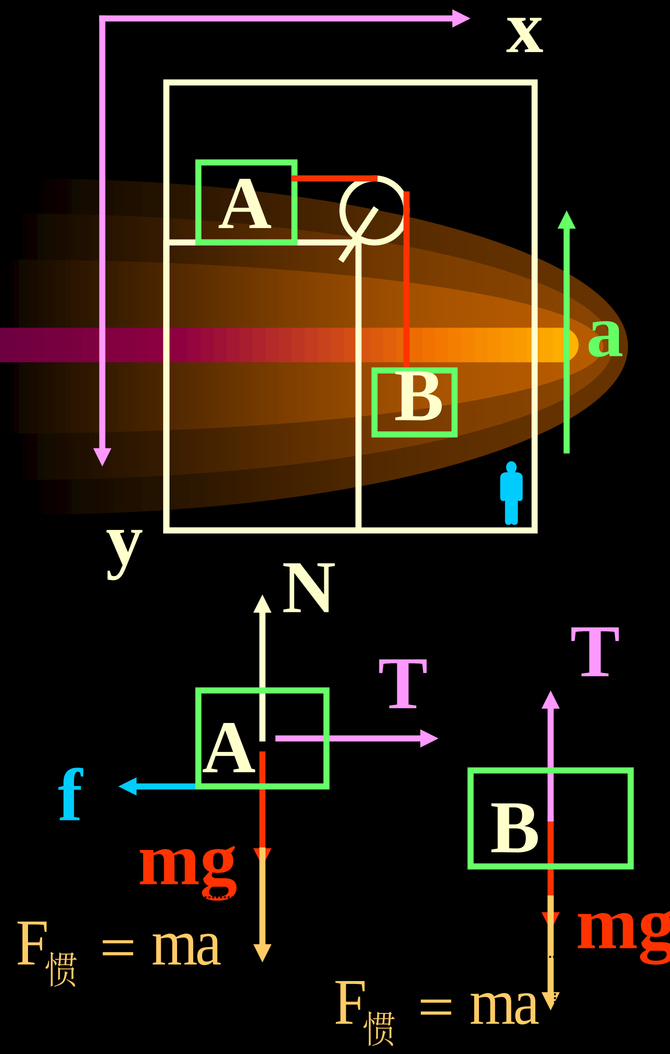
$a_{Ax} = a_{A升x} = a'$

$a_{By} = a_{B升} + a_{升地} = a' - a$

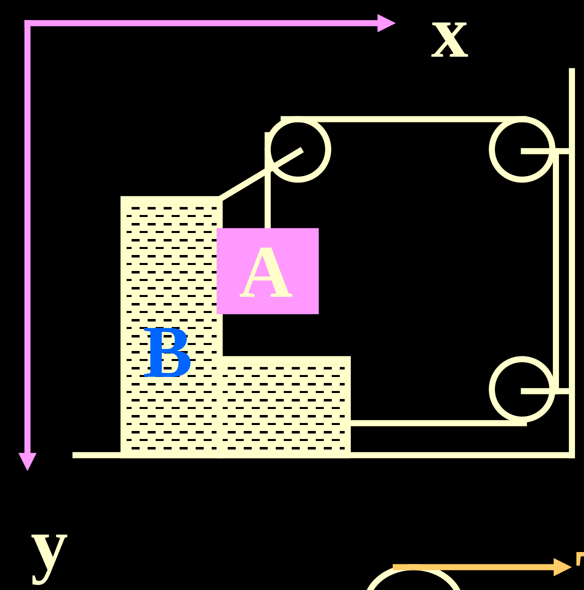


对A物体：
$$\begin{cases} T - \mu N = ma' \\ mg + ma - N = 0 \end{cases}$$

对B物体： $mg + ma - T = ma'$



习题册一、20

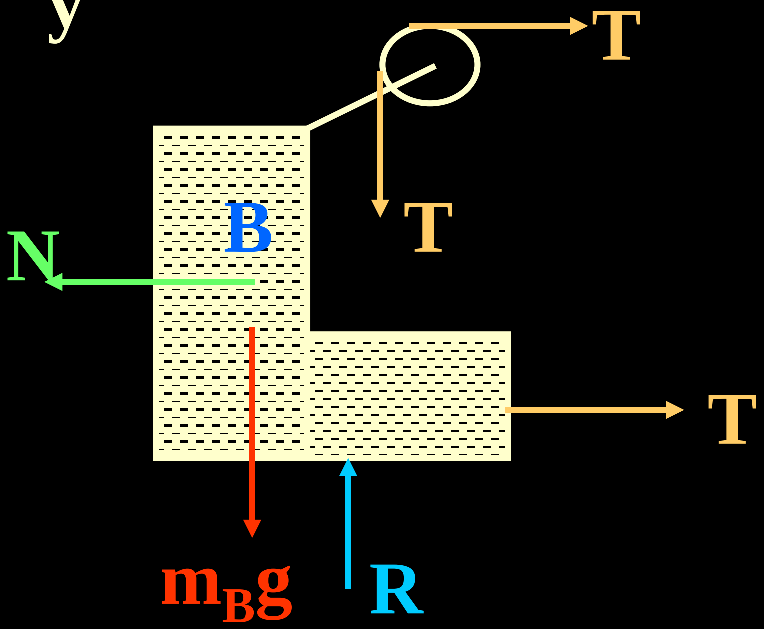


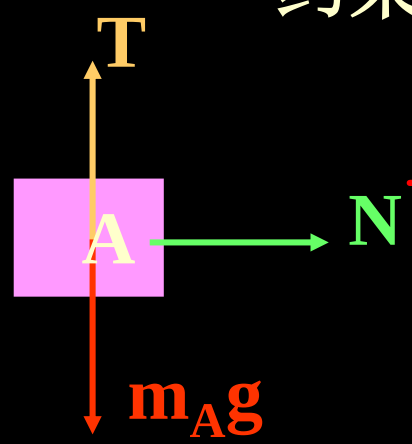
对A物体：

$$\begin{cases} N = m_A a_{Ax} \\ m_A g - T = m_A a_{Ay} \end{cases}$$

对B物体：

$$\begin{cases} 2T - N = m_B a_{Bx} \\ m_B g + T - R = 0 \end{cases}$$





约束条件：

$$\begin{cases} a_{Ax} = a_{Bx} \\ a_{Bx} = \dfrac{1}{2} a_{Ay} \end{cases}$$

例2、质量为m的子弹以速度v_0水平射入沙土中，设子弹所受阻力与速度反向，大小与速度成正比，比例系数为k，忽略子弹的重力，求：

（1）子弹射入沙土后，速度随时间变化的函数式；

（2）子弹进入沙土的最大深度。

解：（1）

$$-kv = ma = m\frac{dv}{dt}$$

$$-\frac{k}{m}dt = \frac{dv}{v}$$

$$\int_0^t -\frac{k}{m}dt = \int_{v_0}^{v}\frac{dv}{v}$$

$$\therefore v = v_0 e^{-\frac{k}{m}t}$$

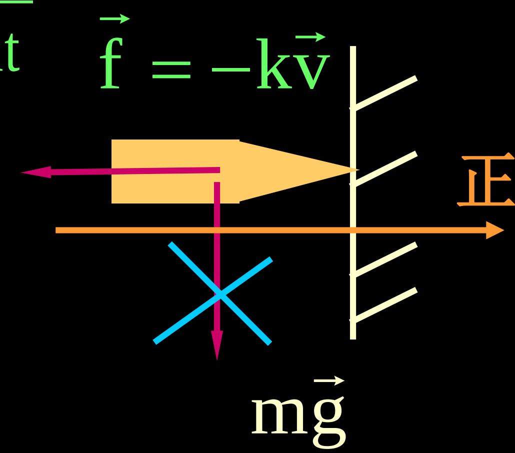
（2）

$$-kv = m\frac{dv}{dt} = m\frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt}$$

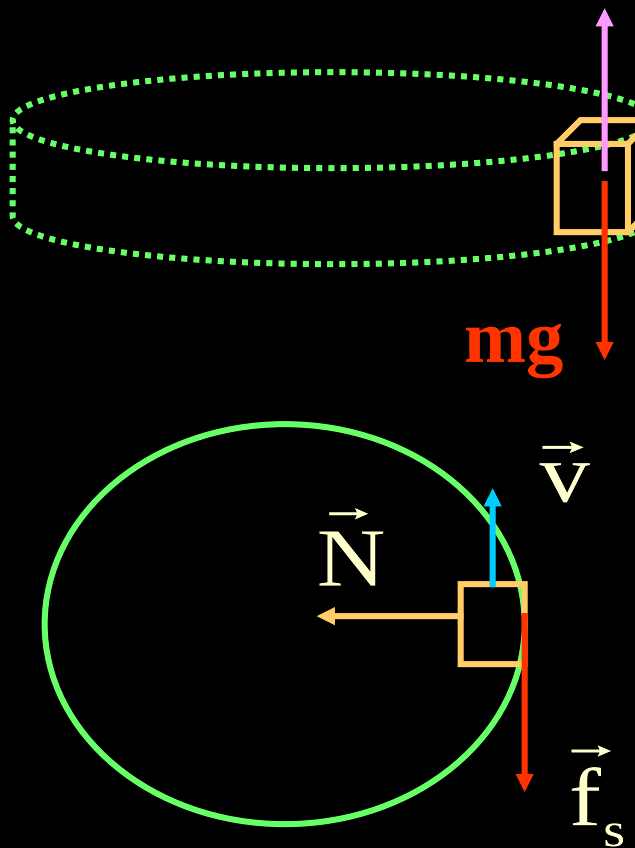
$$= mv\frac{dv}{dx}$$

$$dx = -\frac{m}{k}dv$$

$$\int_0^{x_m} dx = -\int_{v_0}^{0}\frac{m}{k}dv \Rightarrow x_m = \frac{m}{k}v_0$$



习题册一、19、



$$\begin{cases} N = m\dfrac{v^2}{R} \\ f_s = -\mu N = ma_t = m\dfrac{dv}{dt} \end{cases}$$

$$\frac{dv}{v^2} = -\frac{\mu}{R}dt$$

$$\int_{v_0}^{v}\frac{dv}{v^2} = \int_0^t -\frac{\mu}{R}dt \Rightarrow v$$

$$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow ds = vdt$$