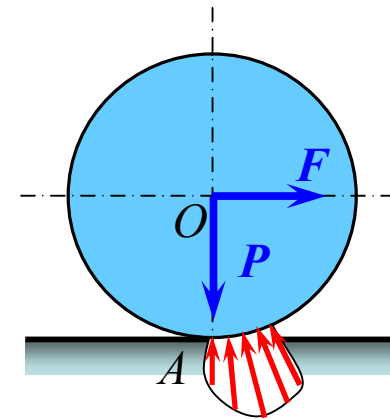
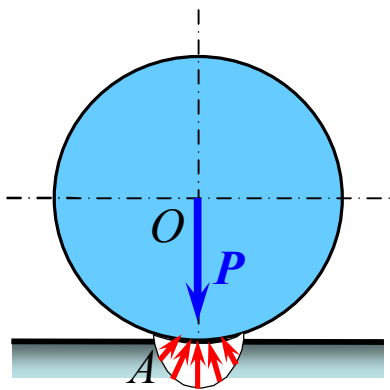
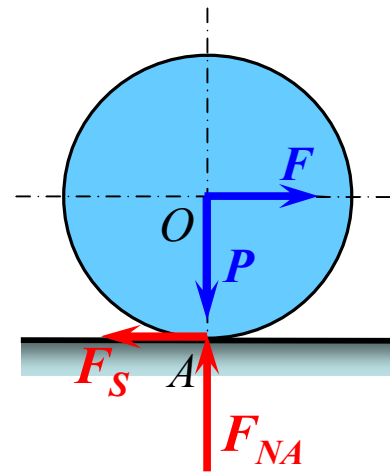
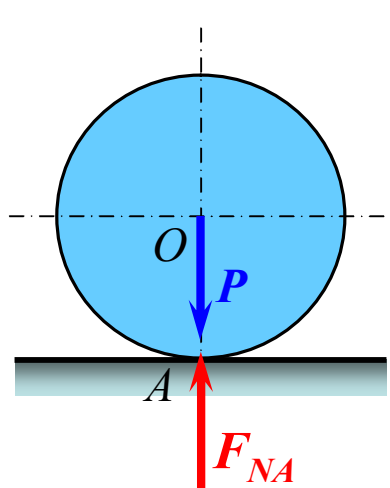
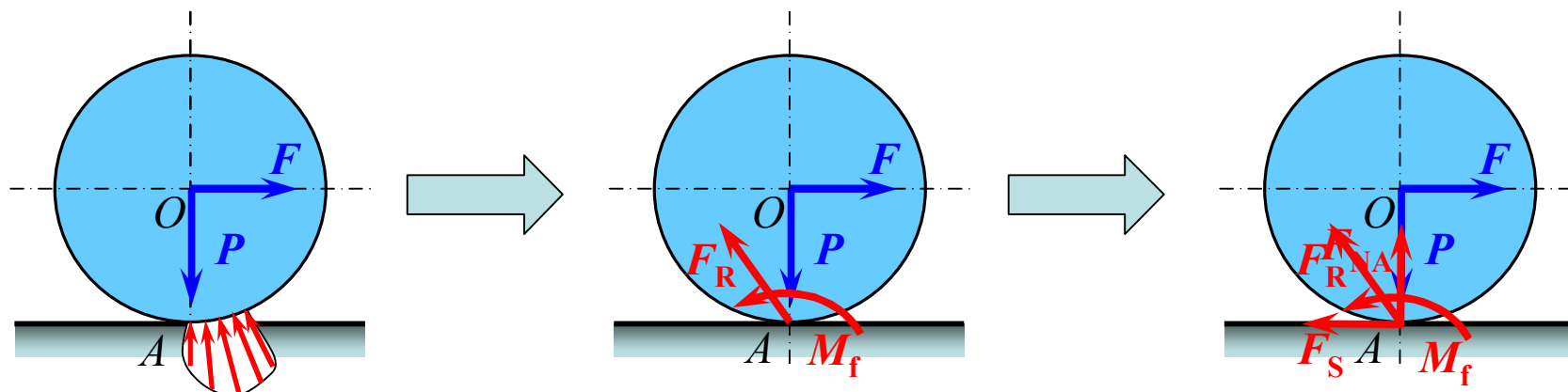


3、滚动摩阻

静滚动摩阻(擦)





M_f : 滚动摩擦力偶, 简称滚阻力偶。

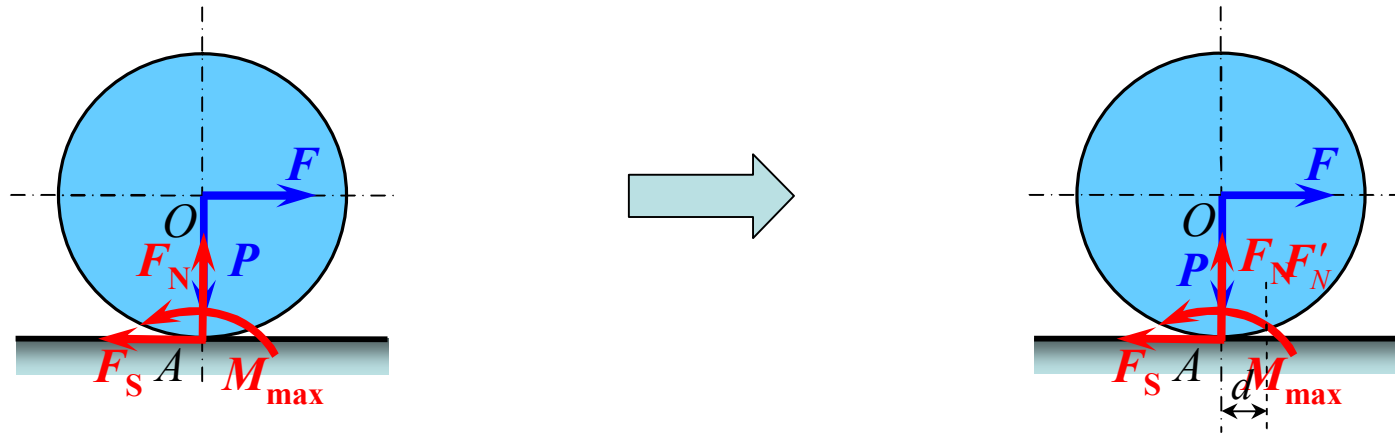
转向: 与滚动趋势相反;

大小: $0 \leq M_f \leq M_{\max}$

$$M_{\max} = \delta \cdot F_N \quad (\text{滚动摩阻定律})$$

滚动摩阻系数

δ : 具有长度量纲, 单位一般为mm。与材料性质、表面状况、硬度、湿度、温度等因素有关。

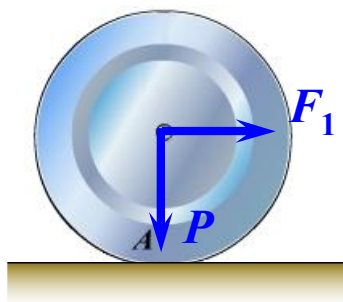
滚动摩阻系数 δ 的物理意义

$$M_{\max} = d \cdot F'_N = d \cdot F_N = \delta \cdot F_N$$

$$\Rightarrow \delta = d \quad \text{滚阻力偶实质是 } (F'_N, P)$$

滚动摩阻系数 δ 可看成是滚子在即将滚动时，法向约束力 F_N 离中心线的最远距离，也就是最大滚阻力偶 (F'_N, P) 的力偶臂。体现的正是因为接触面的变形而引起的等效接触点的前移的距离，所以它具有长度的量纲。并且因为一般物体的变形量很小，所以这个系数的单位一般都是 mm。

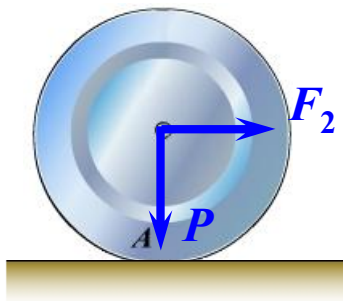
为什么滚动一般比滑动省力？



处于(临界)滚动状态时

$$M_{\max} = \delta F_N = F_1 R$$

$$F_1 = \frac{\delta}{R} F_N$$

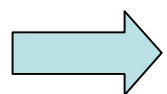


处于临界滑动状态时

$$F_{\max} = f_s F_N = F_2$$

$$F_2 = f_s F_N$$

一般情况下, $\frac{\delta}{R} < f_s$ 或 $\frac{\delta}{R} \ll f_s$



$$F_1 < F_2 \text{ 或 } F_1 \ll F_2$$

例：某型号车轮半径, $R=450\text{mm}$, 混凝土路面, $\delta=3.15\text{mm}$, $f_s=0.7$

$$\text{则: } \frac{F_2}{F_1} = \frac{f_s R}{\delta} = \frac{0.7 \times 450}{3.15} = 100$$

例3 重为 $P_1=980\text{N}$ ，半径为 $r=100\text{mm}$ 的滚子A与重为 $P_2=490\text{N}$ 的板B由通过定滑轮C的柔绳相连。已知板与斜面间的静滑动摩擦系数 $f_s=0.1$ 。滚子A与板B间的滚阻系数 $\delta=0.5\text{mm}$ ，斜面倾角 $\theta=30^\circ$ ，柔绳与斜面平行，柔绳与滑轮自重不计，铰链C光滑。求拉动板B且平行于斜面的力 F 的大小。

解：研究板B刚好要滑动时的临界状态，此时滚子A对应的也是刚好要滚动时的临界状态。

取滚子A为研究对象，分析受力。

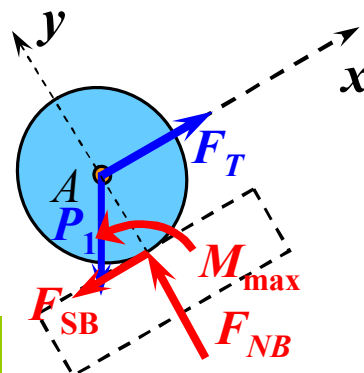
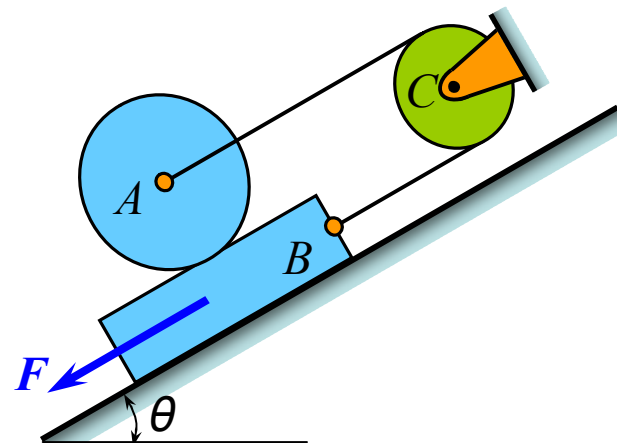
列平衡方程：

$$\sum F_x = 0 \quad F_T - P_1 \sin \theta - F_{SB} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_{NB} - P_1 \cos \theta = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad M_{\max} - F_{SB} \cdot r = 0$$

A处于临界滚动状态，故： $M_{\max} = \delta \cdot F_{NB}$



$$F_{NB} = 848.7\text{N}; F_{SB} = 4.244\text{N}; F_T = 494.2\text{N}$$

取板子B为研究对象，分析受力。

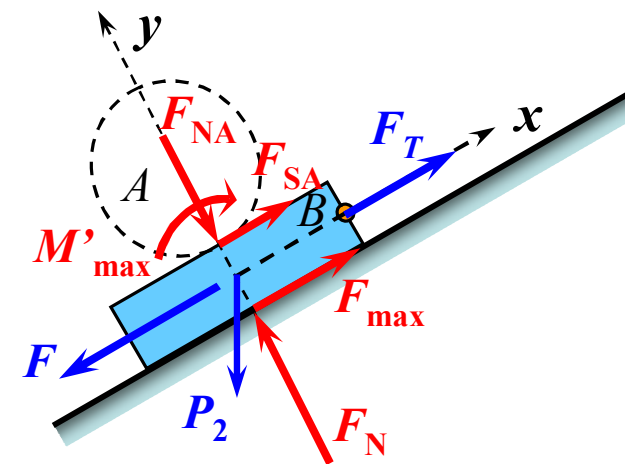
其中：

$$F_{NA} = F_{NB}; F_{SA} = F_{SB}; M'_{\max} = M_{\max}$$

列平衡方程：

$$\sum F_x = 0 \quad F_T + F_{\max} + F_{SA} - P_2 \sin \theta - F = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_N - P_2 \cos \theta - F_{NA} = 0$$



B处于临界滑动状态，故： $F_{\max} = f_S \cdot F_N$



$$F_N = 1273.1\text{N}; F_{\max} = 127.31\text{N}; F = 380.8\text{N}$$

故要拉动板子B，F的大小应该满足：

$$F > 380.8\text{N}$$