力系的简化与刚体平衡方程

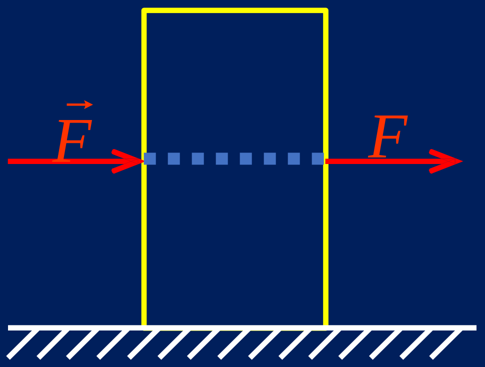
本节导读

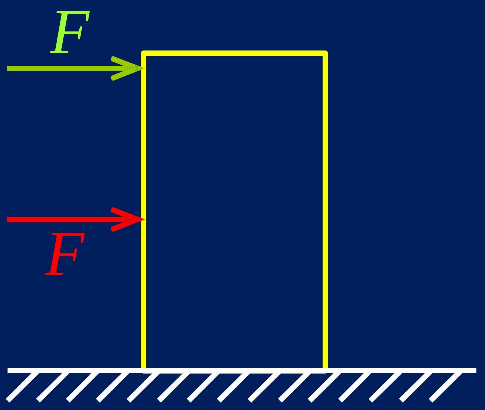
- 力系的简化
  - 滑移矢量
  - 力偶
  - 简化中心
- 刚体的平衡方程

1.力系的简化

力是滑移矢量，可沿作用线移动

——力的可传性原理

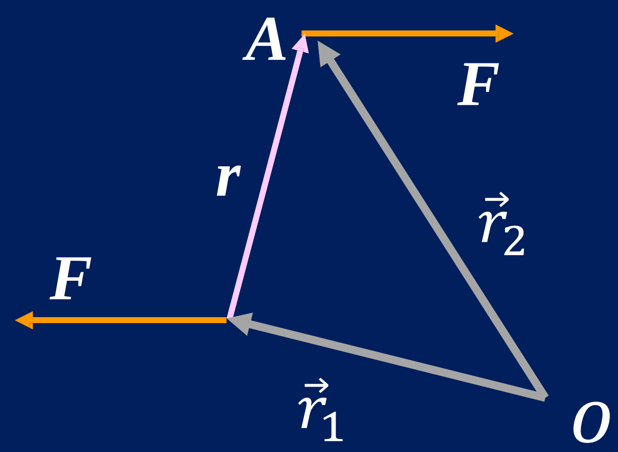




不沿作用线时不可随意移动

1.力系的简化

力偶



大小相等，方向相反，但作用力不共线的一对力构成一个力偶

力偶的性质

- 方向：永远垂直于力偶的作用面
- 大小：$\vec{r}\times\vec{F}$, 与参考点位置选取无关.

因此，力偶矩是一自由矢量，可以平行于自身任意移动位置，不影响其效应

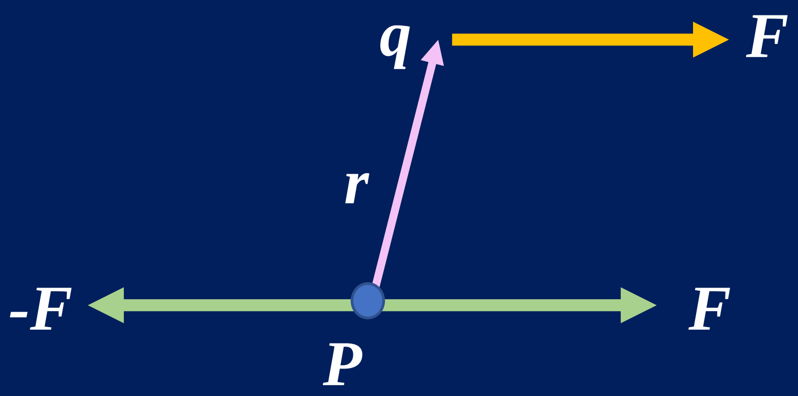
1.力系的简化

力系向简化中心的简化

q点的力F

⇓

p点的力F ＋ 一对力偶

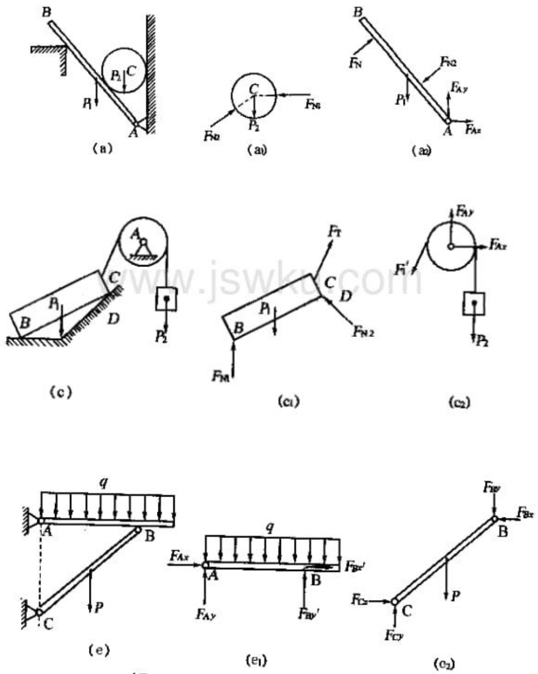


所以可以把所有空间力化为过一点的力和力偶.

*P*点叫简化中心，力的矢量和叫主矢，力偶矩的矢量和叫对简化中心的主矩.

1.2 画出题 1.2 图(a)、(b)…(o) 中每个标注字符的物体的受力图。题图中未画重力的各物体的自重不计。所有接触处均为光滑接触。

解 题 1.2 图(a)、(b)…(o) 中物体的受力图在题 1.2 图(a_1)、(b_1)…(o_1) 中表示。

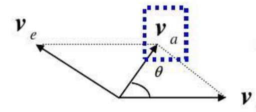


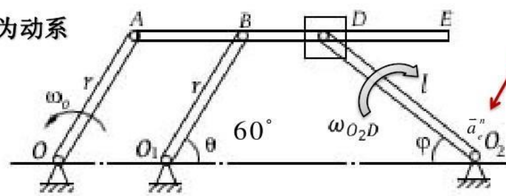
习题1

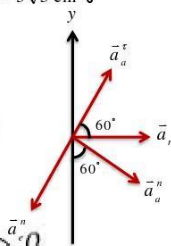
在图示平面机构中，已知：$OO_1 = AB$，$OA = O_1B = r = 3\,\text{cm}$，摇杆$O_2D$在$D$点与套在$AE$杆上的套筒铰接。$OA$以匀角速度$\omega_0 = 2\,\text{rad/s}$ 转动，$O_2D = l = 3\sqrt{3}\,\text{cm}$。试求：当$\varphi = 30°$时，$O_2D$的角速度和角加速度。

以滑块D为动点，ABE为动系

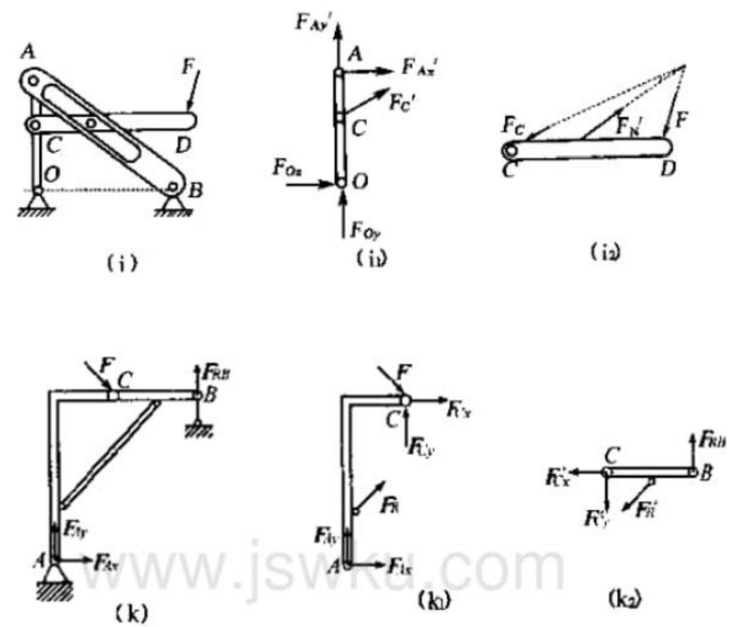
$$\boldsymbol{v}_a = \boldsymbol{v}_e + \boldsymbol{v}_r$$







$\frac{v_e}{v_a} = \cot 60^\circ$ ⇒ $v = \frac{\sqrt{3}}{}\omega r$ ⇒ $\omega = \frac{v_a}{} = \frac{2}{}\,rad/s$



2.刚体的平衡方程

若刚体处于平衡状态：

$$\begin{cases} \Sigma \vec{F} = 0 \\ \Sigma \vec{M} = 0 \end{cases}$$

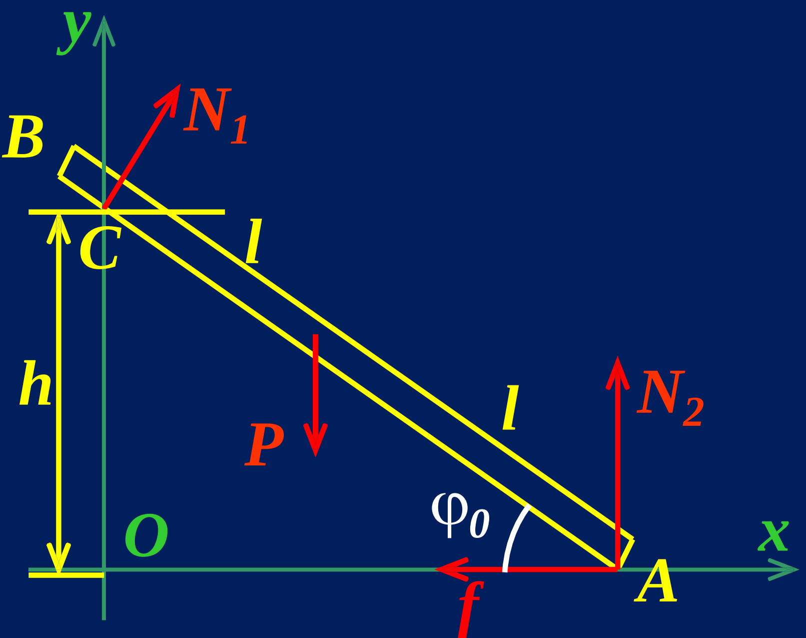
不依赖于参考点的选取

$$F_x = 0, F_x = 0, F_x = 0$$

$$M_x = 0, M_x = 0, M_x = 0$$

例1 一根均匀的棍子,重为P,长为$2l$. 今将其一端置于粗糙地面上，又以其上的C点，靠在墙上，墙离地面的高度为h.当棍子与地面的角度φ为最小值φ_0时， 棍子在上述位置仍处于平衡状态，求棍与地面的摩擦因数μ.

解: 受力分析知本题是一共面力系的平衡问题, 取棍子所在的平面为xy平面, 则



$$F_x = 0, N_1 \sin\varphi_0 - f = 0$$

$$F_y = 0, N_1 \cos\varphi_0 + N_2 - P = 0$$

对A点

$$Pl\cos\varphi_0 - N_1 h/\sin\varphi_0 = 0$$

得 $f = Pl\cos\varphi_0 \sin^2\varphi_0 / h$

$$N_2 = P - Pl\cos^2\varphi_0 \sin\varphi_0 / h$$

$$\mu = \frac{f}{N_2} = \frac{Pl\cos\varphi_0 \sin^2\varphi_0 / h}{P - Pl\cos^2\varphi_0 \sin\varphi_0 / h}$$