

# 机械效率

简单机械：实验、平衡条件、作图、受力分析。

机械效率：滑轮组、斜面。

## 一、滑轮机械效率

### 1. 滑轮分类

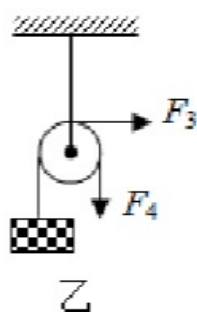
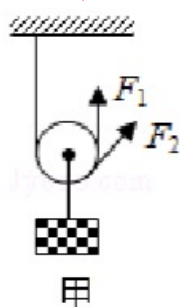
1) 定滑轮：不省力，改变力的方向。（等臂杠杆）

2) 动滑轮：省力，不改变力的方向（ $l_1$  是  $l_2$  2 倍的省力杠杆）。

3) 滑轮组：可改变力的大小或方向。

拓：

易错：（2014•金华）如图，用同一滑轮匀速提升同一重物（不计摩擦），图中  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$  之间的大小关系正确的是（ B ）

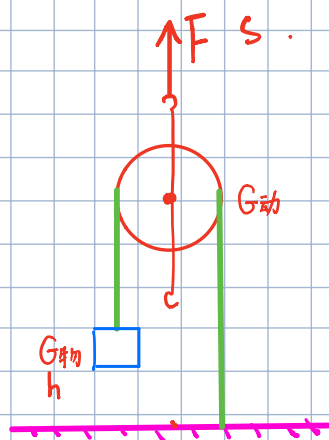


A.  $F_1 = F_2$

B.  $F_3 = F_4$

C.  $F_1 = \frac{1}{2}F_3$

D.  $F_2 = \frac{1}{2}F_4$



$$F = 2G_{\text{物}} + G_{\text{动}}$$
$$s = \frac{1}{2}h$$

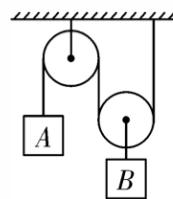
(2014•河南) 把质量相等的A、B两物体挂在如图所示的滑轮组下面, 不计绳子、滑轮的重力和摩擦, 放手后 ( B )

A. A上升

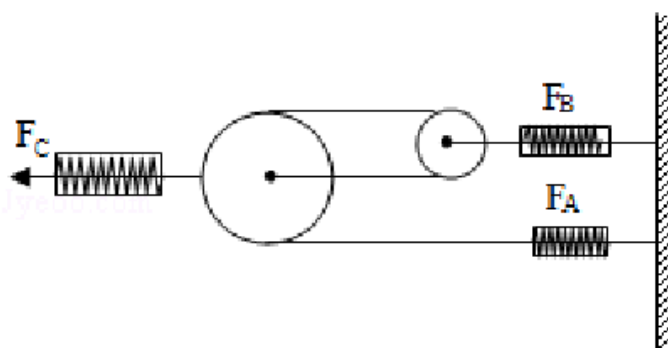
B. A下降

C. A、B均静止

D. 无法判断



(2018•郴州) 如图所示, 不计滑轮自重及绳子与滑轮之间的摩擦, 三个弹簧测力计拉力  $F_A$ 、 $F_B$ 、 $F_C$  三者的关系正确的是 ( B )



A.  $F_A : F_B : F_C = 3 : 2 : 1$

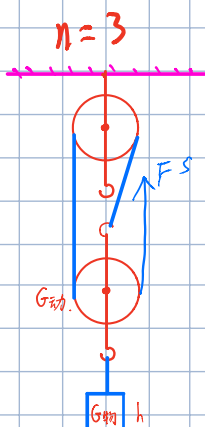
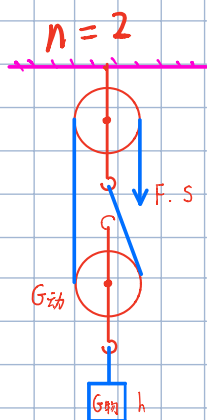
B.  $F_A : F_B : F_C = 1 : 2 : 3$

C.  $F_A : F_B : F_C = 6 : 3 : 2$

D.  $F_A : F_B : F_C = 2 : 3 : 6$

## 2. 公式总结

★  $n$ : 承担动滑轮的绳段数



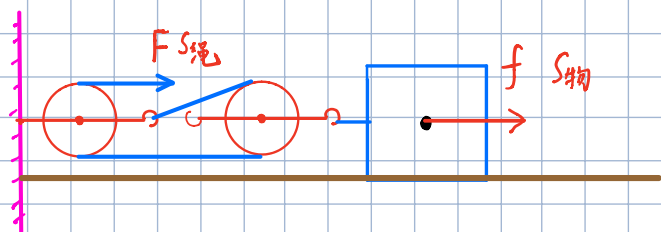
$$力: F = \frac{G_{物} + G_{动}}{n} \quad (\text{不计 } f)$$

$$距: s = nh$$

$$速: v_{绳} = n v_{物}$$

$$\eta = \frac{W_{有}}{W_{总}} = \frac{G_{物} h}{Fs} = \frac{G_{物}}{nF} \quad (\text{通用})$$

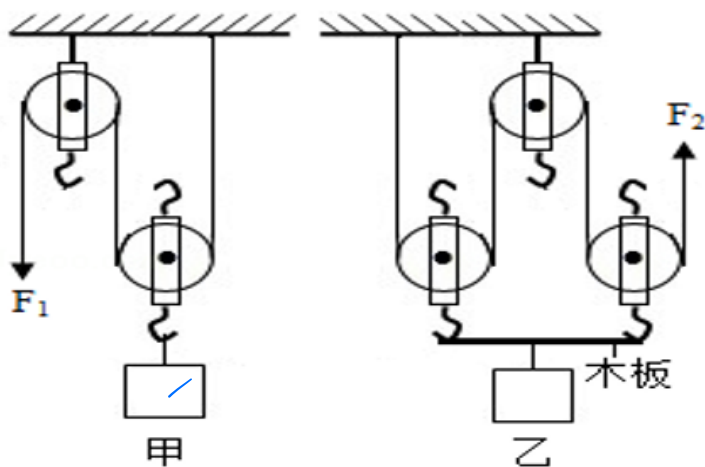
$$\eta = \frac{G_{物}}{G_{物} + G_{动}} \quad (\text{不计 } f)$$



$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{f S_{\text{物}}}{F S_{\text{绳}}} = \frac{f}{nF} \quad (\text{通用})$$

不计摩擦:  $F = \frac{f}{n}$ ,  $\eta = 1$ .

例: (2017•河北) 用五个相同质量的滑轮和绳子组成如图所示的甲、乙两个滑轮组, 在绳子自由端分别用力将重力为  $G$  的物体匀速提升, 乙滑轮组的效率为  $\eta_z$ , 不计摩擦、绳和木板的重, 下列说法正确的是 (BCD)



- A. 两个滑轮组的机械效率可能相等
- B.  $F_1$  一定大于  $F_2$
- C. 每个滑轮重为  $\frac{(1-\eta_z)G}{2\eta_z}$
- D. 甲、乙将重物提升相同的高度,  $F_1$  与  $F_2$  的功率可能相等

析: A:  $\eta_{\text{甲}} = \frac{G}{G+G_{\text{动}}}$   $\eta_z = \frac{G}{G+2G_{\text{动}}}$  故  $\eta_{\text{甲}} > \eta_z$

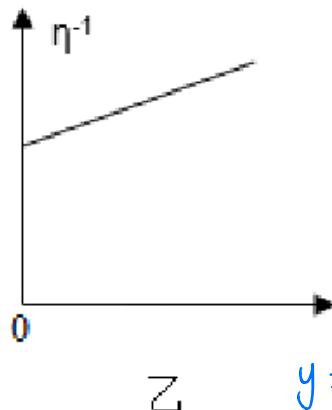
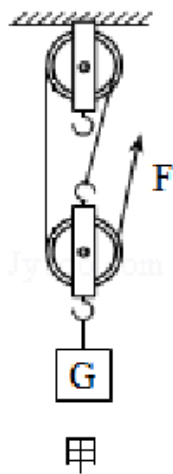
B:  $F_1 = \frac{G+G_{\text{动}}}{2} = \frac{2G+2G_{\text{动}}}{4}$   $F_2 = \frac{G+2G_{\text{动}}}{4}$  故  $F_1 > F_2$

C:  $\eta_z = \frac{G}{G+2G_{\text{动}}}$

D:  $P_{\text{甲}} = \frac{\frac{1}{2}(G+G_{\text{动}}) \cdot 2h}{t_{\text{甲}}} = \frac{(G+G_{\text{动}})h}{t_{\text{甲}}}$

$P_z = \frac{\frac{1}{4}(G+2G_{\text{动}}) \cdot 4h}{t_z} = \frac{(G+2G_{\text{动}})h}{t_z}$

例: (2019•株洲) 在测量图甲所示滑轮组机械效率  $\eta$  的实验中, 通过改变物重  $G$  或动滑轮重  $G_{\text{动}}$  进行多次实验, 得到了形如图乙所示的效率与物重或动滑轮重的关系, 图中纵轴表示机械效率的倒数  $\eta^{-1}$ , 若不计绳重与摩擦, 则横轴可能表示 (BC)



$$y = kx + b$$

A.  $G$

B.  $G^{-1}$

C.  $G_{\text{动}}$

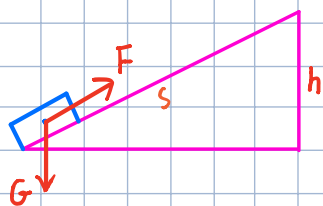
D.  $G_{\text{动}}^{-1}$

析:  $\eta = \frac{G}{G + G_{\text{动}}}$        $\eta^{-1} = \frac{G + G_{\text{动}}}{G} = 1 + \frac{G_{\text{动}}}{G} = 1 + G^{-1} \cdot G_{\text{动}}$

### 3. 探究实验.

- 1) 操作: 竖直上拉、匀速
- 2) 影因: 物重、动滑轮重、摩擦
- 3) 静止读数:  $F \downarrow, \eta \uparrow$

## 二. 斜面机械效率

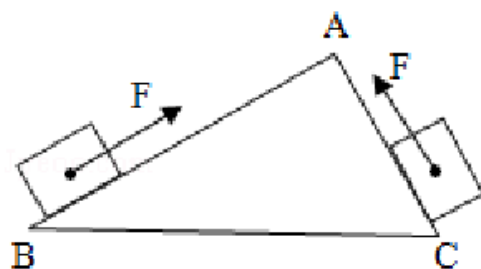


$$\textcircled{1} \quad \eta = \frac{Gh}{Fs}$$

$$\textcircled{2} \quad f = \frac{W_{\text{总}} - W_{\text{有}}}{s} = \frac{Fs - Gh}{s} = F - G \cdot \sin \theta$$

③ 假斜程度越大,  $\eta$  越高.

(2018•郴州) 如图所示, 在相同时间内, 用大小相同的拉力  $F$  把等质量的甲、乙两物体沿斜面  $AB$ 、 $AC$  从低端拉到斜面顶端。  $F$  做功的功率分别为  $P_{\text{甲}}$ 、 $P_{\text{乙}}$ , 机械效率分别为  $\eta_{\text{甲}}$ 、 $\eta_{\text{乙}}$ 。下列分析正确的是 ( A )。



A.  $P_{\text{甲}} > P_{\text{乙}}$ ,  $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}}$

B.  $P_{\text{甲}} < P_{\text{乙}}$ ,  $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}}$

C.  $P_{\text{甲}} < P_{\text{乙}}$ ,  $\eta_{\text{甲}} > \eta_{\text{乙}}$

D.  $P_{\text{甲}} > P_{\text{乙}}$ ,  $\eta_{\text{甲}} > \eta_{\text{乙}}$

析:  $P = \frac{Fs}{t}$   $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}$ ,  $t_{\text{甲}} = t_{\text{乙}}$ ,  $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}}$ . 故  $P_{\text{甲}} > P_{\text{乙}}$

$\eta = \frac{Gh}{Fs}$   $G_{\text{甲}} = G_{\text{乙}}$ ,  $h_{\text{甲}} = h_{\text{乙}}$ ,  $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}$ ,  $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}}$ . 故  $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}}$

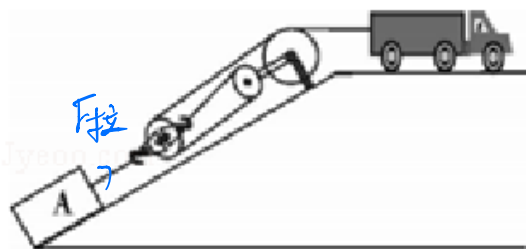
析:

(2019•攀枝花) 如图所示, 在水平路面上行驶的汽车通过滑轮组拉着重  $G = 9 \times 10^4 \text{N}$  的货物 A 沿斜面向上匀速运动。货物 A 的速度为  $v = 2 \text{m/s}$ , 经过  $t = 10 \text{s}$ , 货物 A 竖直升高  $h = 10 \text{m}$ 。已知汽车对绳的拉力  $F$  的功率  $P = 120 \text{kW}$ , 不计绳、滑轮的质量和摩擦, 求:

(1)  $t$  时间内汽车对绳的拉力所做的功;

(2) 汽车对绳的拉力大小;

(3) 斜面的机械效率。



析: (1)  $W = Pt = 1.2 \times 10^5 \text{W} \times 10 \text{s} = 1.2 \times 10^6 \text{J}$

(2)  $v_{\text{绳}} = 3v_{\text{物}} = 6 \text{m/s}$

$$\text{由 } P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = FV \text{ 得}$$

$$F = \frac{P}{V_{\text{绳}}} = \frac{1.2 \times 10^5 \text{ W}}{6 \text{ m/s}} = 2 \times 10^4 \text{ N}$$

$$(3) F_{\text{拉}} = 3F_{\text{绳}} = 6 \times 10^4 \text{ N}.$$

$$\eta = \frac{Gh}{Fs} = \frac{9 \times 10^4 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{6 \times 10^4 \text{ N} \times 20 \text{ m}} = 75\%$$