

专题 16 简单机械计算

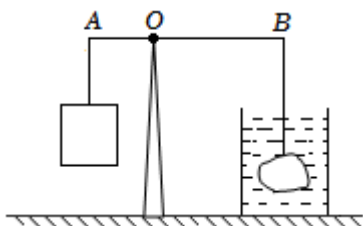


考情分析	浙江省 2023 年本专题考察主要涉及杠杆平衡条件的应用，滑轮的受力和机械效率的计算
杠杆	☆☆
滑轮	☆☆
斜面与机械效率	☆☆☆



考点 1 杠杆

【例题1】 如图所示，轻质杠杆 AB 可绕 O 点自由转动。当杠杆 A 端的甲物块悬空；B 端的乙球浸没在水中时（不碰容器底和壁），杠杆恰好水平平衡，A、B 两端的细线均不可伸长且处于张紧状态。已知 $OA:OB=1:2$ ，甲物块重 400N，乙球体积为 $1\times 10^{-2}\text{m}^3$ ，g 取 10N/kg。下列说法中正确的是（ ）



- A. 乙球受到的浮力为 10N
- B. 杠杆 B 端所受的拉力为 100N
- C. 乙球的重力为 300N
- D. 乙球的密度为 $2\times 10^3\text{kg/m}^3$

【解答】解：A、根据阿基米德原理，乙球浸没在水中受到的浮力： $F_{\text{浮}}=\rho_{\text{水}}gV_{\text{排}}=1\times 10^3\text{kg/m}^3\times 10\text{N/kg}\times 10^{-2}\text{m}^3=100\text{N}$ ，故 A 错误；

B、杠杆 B 端所受的拉力为 F' ，杠杆恰好水平平衡。根据杠杆的平衡条件： $G_{\text{甲}}\times OA=F'\times$

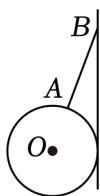
OB；即 $F' = \frac{G_{\text{甲}} \times OA}{OB} = \frac{400\text{N} \times 1}{2} = 200\text{N}$ ，故 B 错误；

C、杠杆 B 端所受的拉力为 F' ，根据物体间力的作用是相互的，则乙球受到杠杆 B 端的拉力大小也为 F' ，乙球浸没在水中时处于平衡状态， $G_{\text{乙}} = F' + F_{\text{浮}} = 200\text{N} + 100\text{N} = 300\text{N}$ ，故 C 正确；

D、由 C 我们知道 $G_{\text{乙}} = 300\text{N}$ ，根据密度的公式： $\rho_{\text{乙}} = \frac{m_{\text{乙}}}{V_{\text{乙}}} = \frac{G_{\text{乙}}}{gV_{\text{乙}}} = \frac{300\text{N}}{10\text{N/kg} \times 10^{-2}\text{m}^3} = 3 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ，故 D 错误。

故选：C。

【例题2】 如图所示，一个质量分布均匀的 1.2 千克铁球与轻质硬杆 AB 焊接于 A 点后悬挂于竖直墙壁的 B 点，轻杆的延长线过球心 O，轻杆的长度与铁球半径相等，你认为要使铁球刚好离开墙壁，施加在铁球上的力至少为（ ）



A. 3 牛

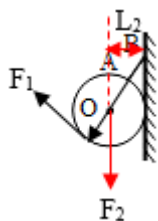
B. 4 牛

C. 6 牛

D. 8 牛

【解答】 解：铁球的重力 $G = mg = 1.2\text{kg} \times 10\text{N/kg} = 12\text{N}$ ；

由图知，当力 F 作用在球的下边缘，且与通过 AB 的直径垂直时，动力臂最长，动力最小，其受力和力臂如图所示：



由图知，球的重力方向竖直向下，力臂为 L_G ，由图知： $L_G = R$ ；

F 的力臂等于杆的长度与球的直径之和，则 $L_F = R + 2R = 3R$ ；

根据杠杆的平衡条件可得： $G \cdot L_G = F \cdot L_F$ ；

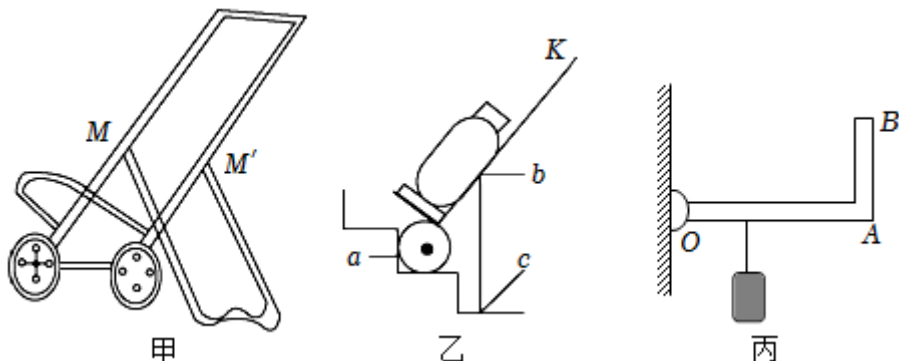
代入数据： $12\text{N} \times R = F \times 3R$ ，

解得 $F = 4\text{N}$ 。

故选：B。

【例题3】 （1）用如图甲小车，搬运煤气罐上楼，比直接扛上楼要省力的多，其中 M、M' 两处为轴

连接。如图乙是小车实际搬运煤气罐上楼的情形。如果要使小车上一个台阶，正确的操作顺序是手握小车把手 K ，将力作用在 K 上，改变用力的方向就可完成。在上一个台阶过程中， abc 三点都要成为支点一次。那么如图乙开始上一个新台阶，最合理的支点顺序是 _____。



(2) 如图丙所示，将一根质量忽略不计的轻质木棒 OAB ，其中 $OA:AB=4:3$ ， O 端用铰链固定在墙上，木棒能绕 O 点转动，在距 O 点三分之一 OA 处挂一重为 120N 的物体，若要保持此棒在如图所示位置平衡，则加在 B 端的最小力为 _____ N 。

【解答】解：(1) ①手握小车把手 K ，向下用力作用在 K 上，杠杆绕 b 点转动，此时杠杆的支点为 b ；

②当车轮上台阶后，向前推车，杠杆绕 c 点转动，此时支点为 c ；

③将力作用在 K 上向上用力，此时，杠杆绕轮与台阶的接触点 a 转动， a 为支点；故最合理的支点顺序是 $b - c - a$ ；

(2) 在阻力、阻力臂不变的情况下，为使动力最小，根据杠杆的平衡条件而开展，动力臂要最长，当 OB 为动力臂时，动力臂最大，动力最小；

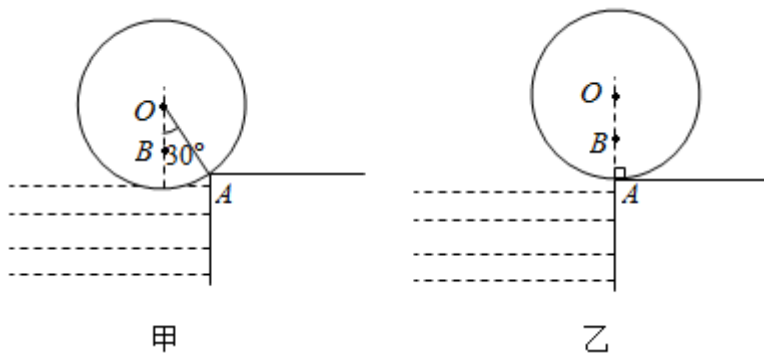
$OA:AB=4:3$ ，根据勾股定理可知， $OA:OB=4:5$ ；

根据杠杆平衡条件可得： $F \times OB = G \times \frac{1}{3}OA$ ，

$$\text{所以，} F = \frac{G \times \frac{1}{3}OA}{OB} = \frac{120\text{N} \times \frac{1}{3}OA}{OB} = 32\text{N}。$$

故答案为：(1) $b - c - a$ ；(2) 32 。

【例题4】 某游乐场有一种水上娱乐球项目。娱乐球（以下简称“球”）是质量分布均匀的空心球，半径为 1m ，质量为 10kg 。（ $\rho_{\text{水}}=1 \times 10^3\text{kg/m}^3$ 、 $g=10\text{N/kg}$ ）



(1) 质量为 80kg 的游客坐在球中，当球静止在水面上时，球浸入水中的体积为多少立方米？

(2) 游玩结束后，为了将球中的游客安全送上岸，安全员先将水中的球推到岸边；随后安全员始终对球施加最小的力，使球绕岸边的 A 点始终匀速缓慢转动。球转动期间，游客的重心 B 与球心 O 始终在竖直方向的同一条直线上。

①当球转动到如图甲所示位置时，OA 与竖直方向的夹角为 30° ，球浸入水中的体积变为 0.02m^3 ，请计算此时安全员施力的大小。

②当球离开水面后，安全员继续用最小的力，将球转动至图乙所示位置，请说出此过程中施力的大小如何变化？

【解答】解：(1) 空心球和游客的总重力：

$$G_{\text{总}} = m_{\text{总}} g = (m_{\text{球}} + m_{\text{人}}) g = (10\text{kg} + 80\text{kg}) \times 10\text{N/kg} = 900\text{N},$$

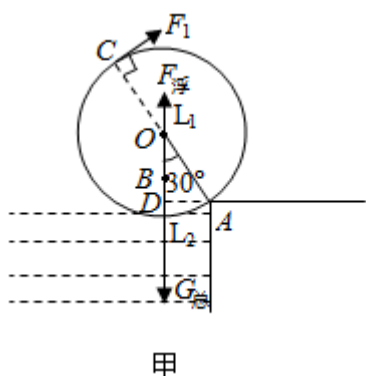
当球静止在水面上时，根据物体的漂浮条件可知：

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{总}} = 900\text{N},$$

根据 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{水}} V_{\text{排}} g$ 可得浸入水中的体积：

$$V_{\text{浸}} = V_{\text{排}} = \frac{F_{\text{浮}}}{\rho_{\text{水}} g} = \frac{900\text{N}}{1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 10\text{N/kg}} = 0.09\text{m}^3;$$

(2) ①如图甲所示位置时支点是 A，杠杆示意图如下：



当拉力的作用点是过 A 点的直径的另一端点 C 点，动力臂最长为： $L_1 = AC = 2r = 2 \times 1\text{m} = 2\text{m}$ ；

此时施加的拉力最小，

此时球受到浮力：

$$F_{\text{浮}}' = \rho_{\text{水}} V_{\text{排}} g = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 10 \text{N/kg} \times 0.02 \text{m}^3 = 200 \text{N};$$

球转动时的阻力：

$$F_2 = G_{\text{总}} - F_{\text{浮}}' = 900 \text{N} - 200 \text{N} = 700 \text{N};$$

$$\text{阻力臂 } L_2 = AD = AO \sin 30^\circ = 1 \text{m} \times \frac{1}{2} = 0.5 \text{m};$$

根据杠杆平衡条件可得： $F_1 L_1 = F_2 L_2$ ，

$$F_1 = \frac{F_2 L_2}{L_1} = \frac{700 \text{N} \times 0.5 \text{m}}{2 \text{m}} = 175 \text{N};$$

②当球离开水面后，球不再受浮力作用，则阻力不变，阻力臂变小，若安全员继续用最小的力，则动力臂为球的直径，保持不变，所以根据杠杆平衡条件可知：此过程中施力变小。

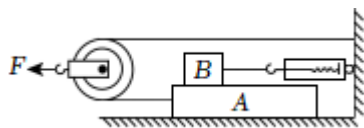
答：（1）质量为 80kg 的游客坐在球中，当球静止在水面上时，球浸入水中的体积为 0.09m^3 。

（2）①当球转动到如图甲所示位置时，以与竖直方向的夹角为 30° ，球浸入水中的体积变为 0.02m^3 ，此时安全员施力的大小为 175N。

②当球离开水面后，安全员继续用最小的力，将球转动至图乙所示位置，此过程中施力变小。

考点 2 滑轮

【例题5】 如图所示用 20 牛的力 F 沿水平方向拉滑轮，可使物体 A 以 1 米/秒的速度在水平面上匀速运动。弹簧测力计的示数恒为 5 牛（不计滑轮、测力计、绳子的重力，滑轮的转轴光滑）。下列说法错误的是（ ）



- A. 拉力 F 做功功率为 40 瓦
- B. 滑轮移动的速度是 0.5 米/秒
- C. 物体 A 受到 B 的摩擦力是 5 牛
- D. 物体 A 受到地面水平向右 5 牛的摩擦力

【解答】解： 不计滑轮、测力计、绳子的重力，滑轮的转轴光滑，用 20N 的力 F 沿水平方向拉滑

轮，则每根绳子对滑轮的拉力为： $F_{\text{拉}}' = \frac{F}{2} = \frac{20 \text{N}}{2} = 10 \text{N}$ ，

物体 B 处于静止状态，物体 B 受到弹簧测力计水平向右的拉力和 A 对 B

水平向左的摩擦力，所以 B 所受的水平向左的摩擦力为： $f=F_{\text{拉}}=5\text{N}$ ，因为物体间力的作用是相互的，所以 B 受到 A 水平向右的摩擦力也为 5N，物体 A 向左匀速运动，水平面对物体 A 还有向右的摩擦力，由力的平衡条件可得： $F_{\text{拉}A'}=f+f_{\text{地}}$ ，则物体 A 受到地面水平向右的摩擦力为： $f_{\text{地}}=F_{\text{拉}A'}-f=10\text{N}-5\text{N}=5\text{N}$ ，

因拉力 F 作用在动滑轮的轴上，费力但省一半的距离，所以拉力端的移动速度（滑轮移动的速度）

等于物体 A 移动速度的一半，即滑轮移动的速度为： $v=\frac{v_A}{2}=\frac{1\text{m/s}}{2}=0.5\text{m/s}$ ，

拉力 F 做功功率为： $P=Fv=20\text{N}\times 0.5\text{m/s}=10\text{W}$ ，

故 A 错误，BCD 正确。

故选：A。

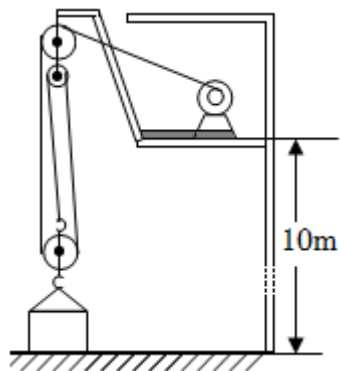
【例题6】 工人使用如图所示装置吊装重物。电动机的输出功率为 800W，将重为 500N 的水泥匀速提升到 10m 高的位置需要用时 15s，若电动机的输出功率恒定不变。请完成下列问题：

(1) 图中滑轮组的作用是 _____。

(2) 在此过程中，绳子自由端移动的速度是多少？

(3) 求电动机对绳子的拉力大小。

(4) 请写出一条提高该滑轮组机械效率的方法 _____。



【解答】解：(1) 由图可知，该滑轮组的作用是既可以省力，又可以改变力的方向；

(2) 由图可知， $n=3$ ，绳子自由端的速度为：

$$v_{\text{绳}}=nv_{\text{物}}=\frac{nh}{t}=\frac{3\times 10\text{m}}{15\text{s}}=2\text{m/s}；$$

(3) 若电动机的输出功率恒定不变，根据 $P=\frac{W}{t}=\frac{Fs}{t}=Fv$ 可知，电动机对绳子的拉力大小为：

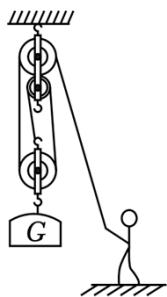
$$F=\frac{P}{v_{\text{绳}}}=\frac{800\text{W}}{2\text{m/s}}=400\text{N}；$$

(4) 增大提升物体的重力、减小摩擦、减小动滑轮的重力，都可以提高滑轮组的机械效率。

- 答：（1）既可以省力，又可以改变力的方向；
- （2）在此过程中，绳子自由端移动的速度是 2m/s；
- （3）电动机对绳子的拉力为 400N；
- （4）增大提升物体的重力（或减小摩擦、减小动滑轮重力）。

【例题7】 如图所示，小 Q 同学重 $G_{人}=600\text{N}$ ，物体重 $G_{物}=1000\text{N}$ ，动滑轮重 $G_{动}=200\text{N}$ ，他站在地面上拉绳子的一端，使物体以 1m/s 的速度匀速上升 2m（绳重和摩擦不计）。

- （1）小 Q 在绳子上所施加的拉力。
- （2）小 Q 拉力所做的总功。
- （3）求小 Q 同学使用该机械提升重物时的最大机械效率。



【解答】解：

- （1）由图可知 $n=3$ ，绳重和摩擦不计，则小 Q 在绳子上所施加的拉力：

$$F = \frac{1}{3} (G_{物} + G_{动}) = \frac{1}{3} \times (1000\text{N} + 200\text{N}) = 400\text{N};$$

- （2）绳重和摩擦不计，克服动滑轮重力做的功为额外功，

$$\text{拉力做的总功：} W_{总} = (G_{物} + G_{动}) h = (1000\text{N} + 200\text{N}) \times 2\text{m} = 2400\text{J};$$

- （3）小 Q 同学的重力为 600N，为了避免绳子将人拉上去，则该同学对绳子的最大拉力为 $F' = G_{人} = 600\text{N}$ ，

根据 $F' = \frac{1}{n} (G' + G_{动})$ 可得，提升物体的最大重力为：

$$G' = nF' - G_{动} = 3 \times 600\text{N} - 200\text{N} = 1600\text{N};$$

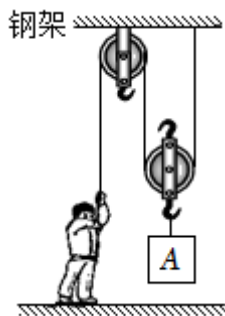
该滑轮组的最大机械效率：

$$\eta_{最大} = \frac{W_{有用'}}{W_{总'}} = \frac{G'h}{F's} = \frac{G'h}{F' \times 3h} = \frac{G'}{3F'} = \frac{1600\text{N}}{3 \times 600\text{N}} \times 100\% \approx 88.9\%。$$

- 答：（1）小 Q 在绳子上所施加的拉力为 400N；
- （2）小 Q 拉力所做的总功为 2400J；
- （3）小 Q 同学使用该机械提升重物时的最大机械效率为 88.9%。

考点 3 斜面与机械效率

【例题8】 如图所示，滑轮组悬挂在水平钢架上，某工人站在水平地面上，竖直向下拉动绳子自由端，5s内使物体A匀速上升1.5m，提升过程中拉力F的功率为180W。已知物体A重540N，该工人重700N。不计绳重和摩擦，下列关于该过程的说法正确的是（ ）



- A. 绳子自由端移动的速度为 0.3m/s
- B. 动滑轮重 160N
- C. 该工人对地面的压力为 400N
- D. 工人利用该滑轮组提升物体的最大机械效率为 90%

【解答】解：A、由图可知 $n=2$ ，绳子自由端移动的距离： $s=nh=2\times 1.5\text{m}=3\text{m}$ ，

绳子自由端移动的速度： $v=\frac{s}{t}=\frac{3\text{m}}{5\text{s}}=0.6\text{m/s}$ ，故 A 错误；

B、由 $P=\frac{W}{t}=\frac{Fs}{t}=Fv$ 可知，绳子自由端的拉力： $F=\frac{P}{v}=\frac{180\text{W}}{0.6\text{m/s}}=300\text{N}$ ，

因为不计绳重和摩擦时 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ ，所以动滑轮的重力： $G_{\text{动}}=nF-G=2\times 300\text{N}-540\text{N}=60\text{N}$ ，故 B 错误；

C、此时工人受到竖直向下的重力、竖直向上的拉力和支持力，由力的平衡条件可知，工人受到的支持力： $F_{\text{支}}=G_{\text{人}}-F=700\text{N}-300\text{N}=400\text{N}$ ，

工人对地面的压力与工人受到的支持力是一对相互作用力，因此工人对地面的压力： $F_{\text{压}}=F_{\text{支}}=400\text{N}$ ，故 C 正确；

D、人通过定滑轮向下拉绳子时的最大拉力等于人自身的重力，即绳子自由端的最大拉力： $F_{\text{最大}}=G_{\text{人}}=700\text{N}$ ，

因为不计绳重和摩擦时 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ ，所以此时能提升的最大物重： $G_{\text{最大}}=nF_{\text{最大}}-G_{\text{动}}=2\times 700\text{N}$

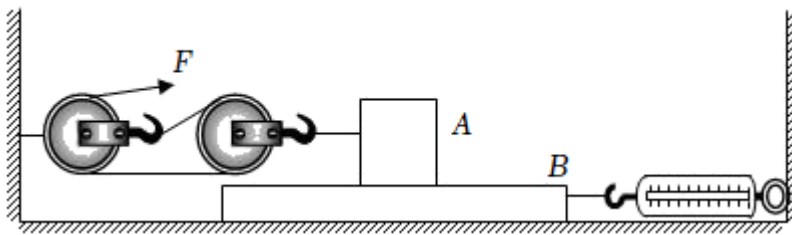
- 60N=1340N,

滑轮组的最大机械效率： $\eta_{\text{最大}} = \frac{W_{\text{有}}'}{W_{\text{总}}'} = \frac{G_{\text{最大}}h}{F_{\text{最大}}s} = \frac{G_{\text{最大}}h}{F_{\text{最大}}nh} = \frac{G_{\text{最大}}}{nF_{\text{最大}}} = \frac{1340N}{2 \times 700N} \times 100\% \approx 95.7\%$,

故 D 错误。

故选：C。

【例题9】 如图所示，拉力 F 为 5N，物体 A 以 0.1m/s 的速度在物体 B 表面向左做匀速直线运动（B 表面足够长）；物体 B 静止在地面上，受到地面水平向左 4N 的摩擦力，弹簧测力计示数为 12N。下列说法正确的是（ ）



- A. 拉力 F 的功率为 1.0W
- B. 物体 A 受到的摩擦力为 16N
- C. 滑轮组的机械效率为 75%
- D. 拉力 F 增大到 10N 时，物体 B 开始向左运动

【解答】解：

A、由图知，水平使用滑轮组， $n=2$ ，拉力端移动速度： $v=2v_{\text{物}}=2 \times 0.1\text{m/s}=0.2\text{m/s}$ ，则拉力做功的功率： $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = 5\text{N} \times 0.2\text{m/s} = 1.0\text{W}$ ，故 A 正确；

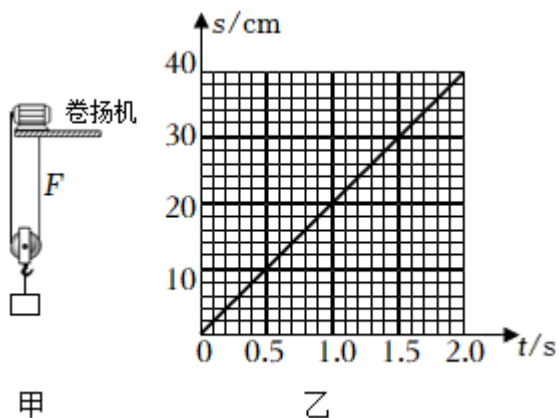
B、物体 B 静止在地面上，处于平衡状态；则水平方向上物体 B 受到向右的弹簧拉力等于地面对它向左的摩擦力与物体 A 对它向左的摩擦力之和，即 $f_{AB} + 4\text{N} = 12\text{N}$ ，则 $f_{AB} = 8\text{N}$ ；由于力的作用是相互的，物体 A 受到的摩擦力为 $f = f_{AB} = 8\text{N}$ ，故 B 错误；

C、由图知，水平使用滑轮组，滑轮组的机械效率： $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fs} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fns_{\text{物}}} = \frac{f}{nF} = \frac{8\text{N}}{2 \times 5\text{N}} \times 100\% = 80\%$ ，故 C 错误；

D、若拉力 F 增大到 10N 时，A 在运动过程中，A 对 B 的压力不变、接触面的粗糙程度不变，则 A 和 B 之间的摩擦力不变，所以物体 B 的运动状态不会改变，即物体 B 仍然静止，不会向左运动，故 D 错误。

故选：A。

【例题10】如图甲所示，用一个动滑轮匀速提升重为 600N 的物体，在卷扬机拉力 F 的作用下，绳子自由端竖直移动的距离随时间变化的关系如图乙所示。已知动滑轮受到的重力为 20N，不计绳重和轮与轴间的摩擦。下列说法正确的是（ ）



- A. 以动滑轮为参照物，物体是向上运动的
- B. 物体上升的速度是 20m/s
- C. 卷扬机拉力 F 的功率是 62W
- D. 机械效率为 90.67%

【解答】解：A、在图甲中，物体相对于动滑轮的位置保持不变，以动滑轮为参照物，物体是静止的，故 A 错误；

B、由图象可知，提升物体时，绳子自由端移动的距离 $s=40\text{cm}=0.4\text{m}$ ，用时 $t=2\text{s}$ ，速度为 $v=$

$$\frac{s}{t} = \frac{40\text{cm}}{2\text{s}} = 20\text{cm/s} = 0.2\text{m/s},$$

则物体上升的速度： $v_{\text{物}} = \frac{1}{2}v = \frac{1}{2} \times 0.2\text{m/s} = 0.1\text{m/s}$ ，故 B 错误；

C、不计绳重和轮与轴间的摩擦，卷扬机拉力 $F = \frac{1}{2}(G_{\text{物}} + G_{\text{动}}) = \frac{1}{2} \times (600\text{N} + 20\text{N}) = 310\text{N}$ ，

则卷扬机拉力 F 的功率： $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = 310\text{N} \times 0.2\text{m/s} = 62\text{W}$ ，故 C 正确；

D、因为不计绳重和摩擦，所以滑轮组的机械效率：

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额外}}} = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}}h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}} = \frac{600\text{N}}{600\text{N} + 20\text{N}} \times 100\% \approx 96.7\%, \text{ 故 D 错误。}$$

故选：C。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/097133121102006115>