

易错点 11 利用滑轮组提升重物的做功及效率问题

知识点梳理

1. 滑轮组承担物重的绳子段数为动滑轮承载的绳子段数；
2. 有用功表示必须要做的功；额外功表示不需要但又不得不做的功；机械效率强调有用功在总功中的占比；
3. 在物理学中，用速度表示物体运动的快慢，速度等于物体运动的路程除以所用时间。
4. 常见机械效率公式

(1) 竖直提升重物的滑轮组：① $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{G}{nF}$ ，② $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}}h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}}$ (不计绳重与摩擦，其中 G 为提升物体的重力， F 为拉力， n 为承担拉力的绳子段数)。

(2) 水平匀速拉动物体的滑轮组： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fs_{\text{绳}}} = \frac{f}{nF}$ (其中 f 为物体与水平面间的摩擦力， F 为拉力， $s_{\text{物}}$ 为物体移动的距离， $s_{\text{绳}}$ 为绳子自由端移动的距离， n 为承担拉力的绳子段数)。

(3) 杠杆的机械效率： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs}$ (其中 G 为提升重物的重力， h 为重物升高的高度， F 为动力， s 为动力作用点移动的距离)。

易错陷阱

易错陷阱 1：分析滑轮组绕线方式的问题

【分析】

使用滑轮组提升重物，相应的分析和计算过程，需依托滑轮组的绕线方式，考生容易出现滑轮组绕线方式的判定错误，错误理解滑轮组绕线中的有效绳子段数应为动滑轮承载的绳子段数的有关问题。

【解题技巧】

1. 在滑轮组的动滑轮和定滑轮之间画一条横线，将滑轮组分成两部分；
2. 在动滑轮部分，与动滑轮相连接的绳子的段数即为滑轮组绕线的有效段数；
3. 滑轮组绕绳采用“奇动偶定”的原则，即当承重绳子的段数 n 为奇数时，绳子的固定端在动滑轮上；当承重绳子的段数 n 为偶数时，绳子的固定端在定滑轮上。

易错陷阱 2：滑轮组提升重物过程中有关省力和省功的问题

【分析】

使用滑轮组提升重物的物理情境中涉及到力和功的概念，使用滑轮组提升重物可以省力，但不能省功，考生容易混淆省力和省功的概念，出现混淆省力模型同时省功的判定错误。

【解题技巧】

1. 滑轮组提升重物模型中，确定滑轮组的有效绳子缠绕段数 n ;
2. 判定滑轮组绳子自由端的拉力 F 与提升重物的对应关系： $F = (G_{物} + G_{动}) / n$;
3. 确定绳子自由端移动的距离 s 与物体升高的距离为 h 的对应关系 $s = nh$ 。

易错陷阱 3：使用滑轮组提升机械效率的相关问题

【分析】

机械效率的高低并不决定所用机械是省力还是费力，效率高只说明有用功在总功中所占的比例大，省力还是费力是指做一定的有用功时，所用动力的大小比阻力小还是大，机械效率高不一定省力，考生在区分匀省力、省功、提升机械效率的过程中容易出现混淆，进而出现分析求解错误的问题。

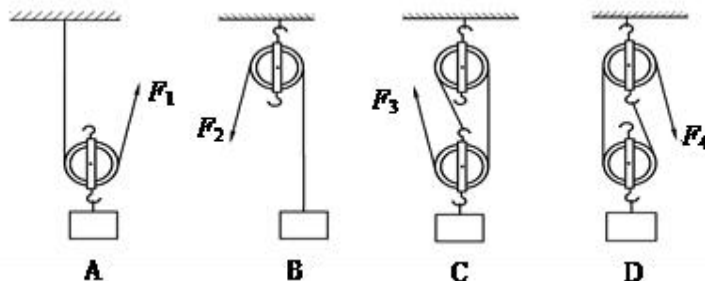
【解题技巧】

1. 判断提升物体过程中的有用功 $W_{有用} = Gh$;
2. 判断提升物体过程中的总功 $W_{总} = Fs$;
3. 求解机械效率 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}}$ ，判定提升重物过程中的机械效率问题。

举一反三

【易错点提醒一】找准滑轮组承担物重的绳子段数

【例 1】如图所示，用下列装置提升同一重物，若不计滑轮自重及摩擦，则最省力的是（ ）



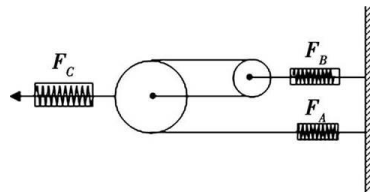
易错分析：混淆滑轮绕线方法，对滑轮组绕线的有效段数的判断方法理解有误。

【答案】C

【知识点】滑轮组提升重物过程中的有效绳子缠绕段数为动滑轮承载的绳子段数

【解析】A 和 D 都能省一半的力，B 不省力，只有 C 用物重的 1/3 的力就能将重物提起，故选 C。

【变式 1-1】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 间的关系正确的是（ ）



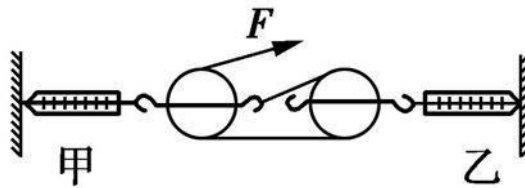
A. $F_A : F_B : F_C = 3 : 2 : 1$

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

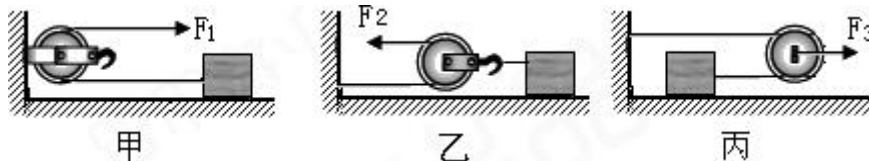
C. $F_A : F_B : F_C = 6 : 3 : 2$

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

【变式 1-2】 如图所示的装置中，滑轮重、绳重和摩擦不计，若拉力 $F=5\text{ N}$ ，则甲弹簧测力计的读数为_____N，乙弹簧测力计的读数为_____N。



【变式 1-3】 如图所示，用三种方法拉动同一物体在相同的水平地面上做匀速直线运动，使物体以相等速度移动相同的距离.所用拉力分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 ，这三个力作用点移动距离分别是 S_1 、 S_2 、 S_3 ，移动速度分别为 V_1 、 V_2 、 V_3 ，不计滑轮摩擦，则（ ）。



A. $F_1:F_2:F_3=2:1:4$ 、 $S_1:S_2:S_3=2:1:4$

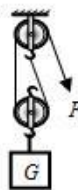
B. $F_1:F_2:F_3=2:1:4$ 、 $S_1:S_2:S_3=2:4:1$

C. $F_1:F_2:F_3=2:4:1$ 、 $V_1:V_2:V_3=2:1:4$

D. $F_1:F_2:F_3=2:1:4$ 、 $V_1:V_2:V_3=2:4:1$

【易错点提醒二】 使用滑轮组提升物体时，可以省力，但不能省功

【例 2】 车间工人们用如图所示的滑轮组把重物提起 2m 的高度，下列关于这个滑轮组工作的说法中，正确的是（ ）



A. 绳子自由端被拉下了 10m

B. 这个滑轮组能省距离

C. 这个滑轮组能省力

D. 这个滑轮组能省功

易错分析： 分析滑轮组提升重物模型过程中，混淆省力与省功的概念。

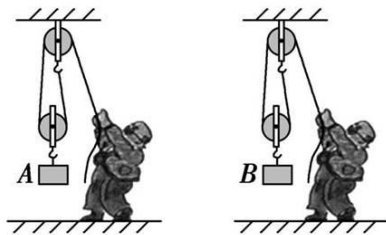
【答案】 C

【知识点】 描述物体的运动状态需确定物体运动过程中的参照物，所选参照物不同物体运动

情况的描述也可能不相同

【解析】由图知， $n=2$ ，拉力端移动距离 $s=2h=2\times 2\text{m}=4\text{m}$ ，使用该滑轮组要费距离，故 AB 错误；使用这个滑轮组由两股绳子承担物重和动滑轮重，能省力，故 C 正确；使用该滑轮组要提升动滑轮、克服摩擦做额外功，所以要多做功，故 D 错误。故选 C。

【变式 2-1】如图所示，用同一滑轮组分别将物体 A 和物体 B 匀速提升相同的高度，与提升 B 相比，提升 A 的过程滑轮组的机械效率较大，若不计绳重与摩擦的影响，则提升 A 的过程（ ）

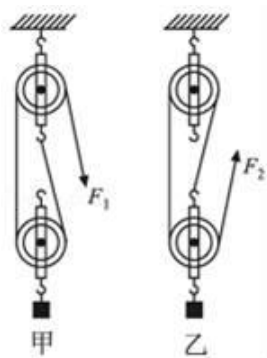


- A. 额外功较小 B. 额外功较大 C. 总功较小 D. 总功较大

【变式 2-2】下列关于简单机械在实际应用中的说法正确的是（ ）

- A. 指甲剪是省力省功的机械 B. 定滑轮不省力，但能改变力的方向
C. 滑轮组既省力，又省距离，还省功 D. 斜面的机械效率可以达到 100%

【变式 2-3】如图所示，用完全相同的四个滑轮和两根相同的细绳组成甲、乙两个滑轮组，在各自的自由端施加大小分别为 F_1 和 F_2 的拉力，将相同的重物缓慢提升相同的高度（不计绳重和一切摩擦），下列说法正确的是（ ）



- A. 拉力 F_1 小于拉力 F_2
B. 甲、乙两滑轮组的机械效率相同
C. 甲、乙两滑轮组中的动滑轮都是费力机械
D. 甲、乙两滑轮组中绳子自由端移动的距离相等

【易错点提醒三】提升机械效率应侧重增加有用功或减小额外功

【例 3】关于机械效率的说法中正确的是（ ）

- A. 越省力的机械，效率越高

- B. 做有用功越多的机械，效率越高
- C. 做相同的功，额外功的值越小，则机械效率一定越高
- D. 做功越快的机械，机械效率越高

易错分析：对机械效率表示有用功在总功中的占比的基本概念理解有误。

【答案】C

【知识点】简单机械的机械效率表示为有用功与总功的比值

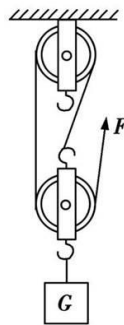
【解析】

- A、机械效率与省力情况无关，定滑轮不省力，但它的机械效率比动滑轮要高，该选项说法不正确。
- B、有用功越多的机械效率不一定高，机械效率是有用功在总功中所占的比例，该选项说法不正确。
- C、做相同的功，额外功的值越小，额外功占的比值越小，效率越高，该选项说法正确。
- D、机械做功越快，表示功率越大，单位时间内做的功越多，但机械效率不一定就高，该选项说法不正确。故选 C。

【变式 3-1】分别使用定滑轮、动滑轮、两个定滑轮和两个动滑轮组成的滑轮组，匀速提升同一物体到同一高度处，其机械效率分别为 $\eta_{定}$ 、 $\eta_{动}$ 、 $\eta_{组}$ (不计绳重和摩擦，设每个滑轮质量相等)，则下列选项中正确的是()

- A. $\eta_{组} < \eta_{动} < \eta_{定}$
- B. $\eta_{动} < \eta_{定} < \eta_{组}$
- C. $\eta_{定} < \eta_{动} < \eta_{组}$
- D. $\eta_{定} < \eta_{组} < \eta_{动}$

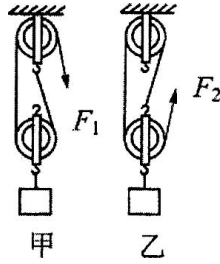
【变式 3-2】用如图所示的滑轮组提升重物时(忽略绳重及摩擦)，能提高滑轮组机械效率的是()



- A. 增加物体被提升的高度
- B. 增大动滑轮的重力
- C. 改变绳子的绕法，减少承担重物的绳子的段数
- D. 增加物体的重力

【变式 3-3】用相同的滑轮和绳子分别组成如图所示的甲、乙两个滑轮组，把相同的重物匀速

提升相同的高度。若不计绳重及摩擦，下列说法正确的是（ ）

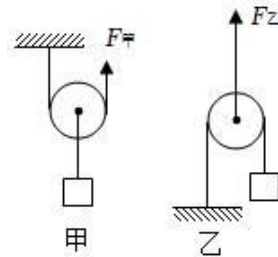


- A. 绳子受的拉力 F_1 和 F_2 大小相等，滑轮组的机械效率相同；
- B. 绳子受的拉力 F_1 和 F_2 大小不相等，滑轮组的机械效率不同；
- C. 绳子自由端移动的距离不相等，拉力对滑轮组所做的功相等；
- D. 绳子自由端移动的距离不相等，拉力对滑轮组所做的功不相等

易错题通关

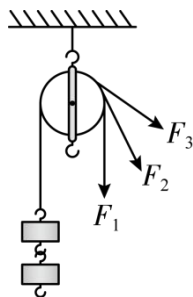
A 组 中考真题

1. (2023 湖南常德) 如图所示小明组装了甲、乙两种滑轮，用来提升同一物体， $G_{物}=200N$ (不计绳重、轮重和摩擦)，要使物体竖直匀速提升 2m。下列说法中正确的是（ ）



- A. $F_{甲}=200N$ ，并向上移动 4m
- B. $F_{甲}=100N$ ，并向上移动 2m
- C. $F_{乙}=200N$ ，并向上移动 1m
- D. $F_{乙}=400N$ ，并向上移动 1m

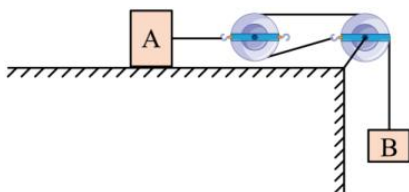
2. (2023 四川自贡) 如图所示，用一根绳子绕过定滑轮，一端拴在钩码上，手执另一端，分别用力 F_1 、 F_2 、 F_3 匀速拉起钩码。忽略绳子与滑轮的摩擦，下列说法中正确的是（ ）



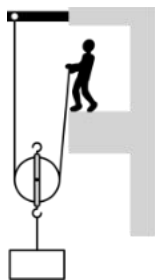
- A. F_1 较大
- B. F_3 较大
- C. F_2 较大
- D. F_1 、 F_2 、 F_3 的大小相等

3. (2023 四川达州) 将物体 A、B 置于如图所示的装置中，物体 B 恰好匀速下降，已知 A

重 30N，B 重 5N，则 A 所受地面的摩擦力为_____N；若对 A 施加一个水平向左的拉力 F ，刚好使 A 匀速向左运动，则拉力 $F=_____$ N。（不计绳重、滑轮重及绳子与滑轮间的摩擦）

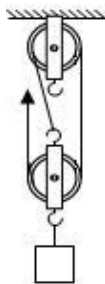


4. （2023 重庆）在美丽乡村建设的工地上，如图所示，工人借助动滑轮用 250N 的拉力，将 450N 的重物匀速提升 2m，用时 10s。则（ ）



- A. 重物上升的速度为 0.4m/s
- B. 动滑轮做的有用功为 1000J
- C. 工人的拉力的功率为 90W
- D. 动滑轮的机械效率为 90%

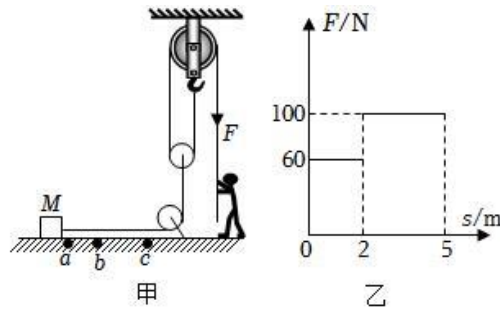
5. （多选）（2023 天津）在测量滑轮组机械效率的实验中，用如图所示的滑轮组先匀速提升重为 G_1 的物体，额外功与有用功之比为 1：3；再匀速提升重为 G_2 的物体。先后两次绳子自由端的拉力之比为 2：5。若不计绳重和摩擦，则（ ）



- A. $G_1 : G_2 = 2 : 5$
- B. $G_1 : G_2 = 1 : 3$
- C. 先后两次滑轮组的机械效率之比为 3：4
- D. 先后两次滑轮组的机械效率之比为 5：6

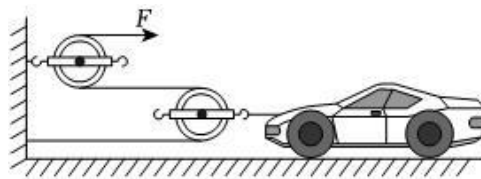
6. （多选）（2023 四川成都）如图甲所示装置，小欢用力 F 向下拉绳子，使物体 M 在水平地面匀速移动，地面 ab、bc 粗糙程度不同。物体 M 重为 400N，动滑轮重为 5N， $ab=2m$ ， $bc=3m$ 。物体 M 从 a 点到 c 点过程中，拉力 F 与 M 移动距离的关系如图乙，不考虑物体大小对运动

的影响，忽略绳子重力及滑轮转轴摩擦，对此过程的分析，下列结论正确的是（ ）



- A. 绳子自由端移动的距离为 15m
- B. 拉力 F 做的功为 840J
- C. 拉力 F 在 ab 段做的额外功等于在 bc 段做的额外功
- D. 物体从 ab 段到 bc 段，滑轮组的机械效率变大

7. (2023 内蒙古通辽) 如图所示，用滑轮组帮助汽车脱困，汽车被水平匀速拉动 1.2m 时，作用在绳子自由端的拉力 F 为 1000N，绳子自由端移动的速度为 0.6m/s，滑轮组的机械效率为 80%，则下列说法正确的是（ ）



- A. 汽车移动的速度为 0.4m/s
- B. 拉力 F 做的功为 1200J
- C. 汽车受到的摩擦力大小为 2000N
- D. 拉力 F 所做的有用功的功率为 480W

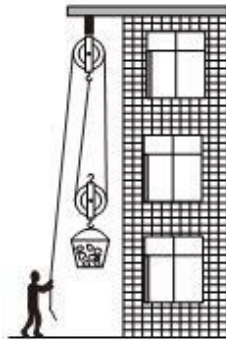
8. (2023 湖北恩施) 一桶沙总重 200N，工人在高处用绳在 30s 内将其匀速提升了 6m。求：
 (1) 工人做功的功率为多大？
 (2) 若徒手提着这桶沙，沿着楼梯爬高 6m，比较工人两次做功的机械效率大小，并简述理由。

9. (2023 江苏连云港) 下列关于机械效率的说法正确的是（ ）
- A. 越省力的机械，机械效率越高
 - B. 做功越快的机械，机械效率越高
 - C. 所做有用功越多的机械，机械效率越高

D. 有用功与总功的比值越大的机械，机械效率越高

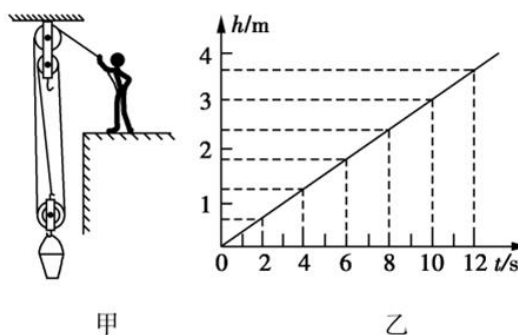
10. (2023 湖北随州) 生活中有些低层建筑没有电梯，房屋装修时聪明的工人常用滑轮组提升沙石等物料。如下图，物料及桶总质量为 60kg ，工人质量为 80kg ，工人的双脚与水平地面接触面积为 400cm^2 ，某段时间内工人将物料及桶缓缓匀速提升了 3m 。不计滑轮组和绳的重量及绳与轮之间的摩擦。图中拉力的方向近似认为是竖直方向， g 取 10 N/kg 。求：

- (1) 工人拉绳子的力是多大？
- (2) 这段时间内工人提升物料及桶做了多少功？
- (3) 这段时间内工人对地面的压强是多少？



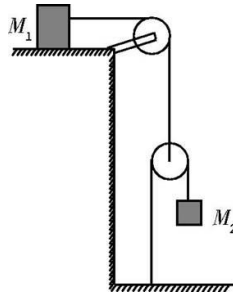
B 组 最新模拟题

1. 如图甲所示，建筑工人用滑轮组提升重为 285 N 的水泥桶，动滑轮重为 15 N ，不计摩擦及绳重。工人在将水泥桶匀速向上拉的过程中，水泥桶上升的高度 h 随时间 t 变化的关系图像如图乙所示，由此可知()



- A. 水泥桶匀速上升的速度约为 3 m/s
- B. 0-10 s 内，建筑工人对绳的拉力做的功为 2 700 J
- C. 0-8 s 内，建筑工人对水泥桶做的功为 684 J
- D. 建筑工人对绳的拉力的功率为 30 W

2. 如图所示，不考虑绳重、滑轮重及滑轮的摩擦，放在桌面上的物体 M_1 重 100 N，通过滑轮挂有重为 30N 的物体 M_2 ，刚好能使 M_1 在桌面上做匀速运动，则物体 M_1 和桌面间的摩擦力为()

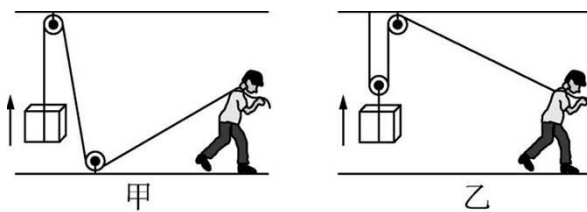


- A. 30 N
- B. 60 N
- C. 100 N
- D. 15 N

3. 学习了关于功率和机械效率之后，下列说法正确的是()

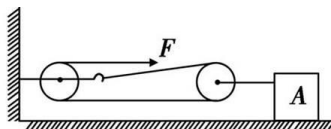
- A. 功率大的机械，机械效率一定高
- B. 做功多的机械，机械效率一定高
- C. 做相同的有用功，额外功少的机械，机械效率一定高
- D. 省力的机械，机械效率一定高

4. 如图所示，快递小哥为了把较重的货物装入运输车，用同样的器材设计了甲、乙两种方式提升货物，若把同一货物匀速提升到同一高度，忽略绳重和摩擦，下列分析正确的是()



- A. 甲方式可以省力
- B. 乙方式不能改变力的方向
- C. 甲、乙两种方式做的有用功相等
- D. 甲、乙两种方式的机械效率相等

5. (多选) 如图所示，一位同学用滑轮组拉着重 450 N 的物体 A，使它 5 s 内在水平地面上匀速前进 1 m，水平拉力 $F=75$ N，若物体与地面间的摩擦力是物重的 0.2，下列说法正确的是()



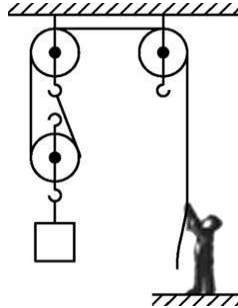
A.他做的总功是 150 J

B.他做的有用功是 450 J

C.拉力做功的功率是 15 W

D.该滑轮组的机械效率是 60%

6. (多选) 工人用如图所示的滑轮组, 在时间 t 内, 将重为 G 的货物匀速提升了 h , 工人对绳子竖直向下的拉力恒为 F . 以下说法正确的是()



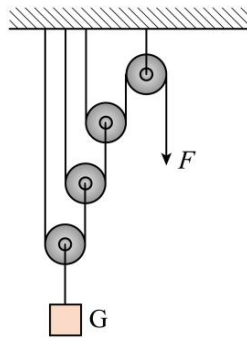
A. 拉力 F 的功率为 $\frac{2Fh}{t}$

B. 额外功为 $(2F-G)h$

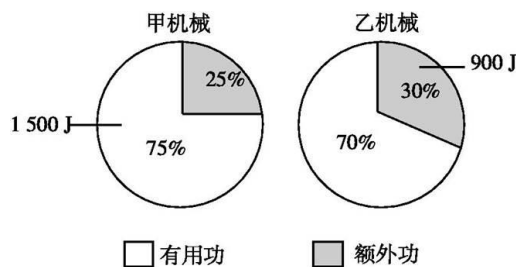
C. 滑轮组的机械效率为 $\frac{G}{3F}$

D. 滑轮组的机械效率随 h 的增大而增大

7. 如图所示, 物体重 10N, 每个滑轮重 1N, 在 $F=2.5N$ 的拉力作用下, 物体上升了 1m, 则拉力做的有用功是 _____ J, 克服绳重及滑轮与绳子之间的摩擦所做的额外功为 _____ J.



8. 如图显示的是甲、乙两机械的参数, 甲、乙相比, 甲的()



A. 总功较大

B. 有用功较小

C. 额外功较大

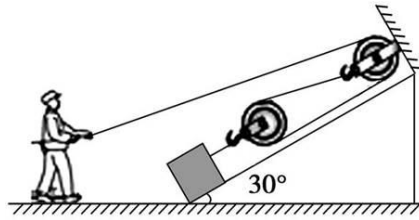
D. 机械效率较低

9. 建筑工人要向楼上运送货物, 为了省力, 他在一个斜面上安装了一个滑轮组, 做成如图所示的机械装置, 斜面的倾角为 30° 且固定在水平面上, 工人用 400 N 的力拉绳子, 重为 500 N 的货物沿斜面匀速向上运动 6 m 所用时间为 20 s, 求此过程中:

(1) 货物沿斜面匀速运动的速度大小,

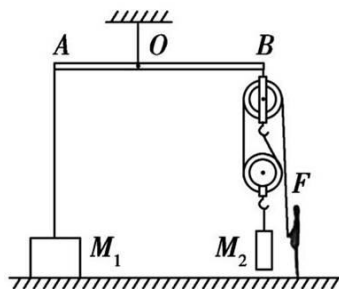
(2) 工人提升货物做的有用功,

(3)该装置的机械效率。



10. 如图，杠杆在水平位置平衡，物体 M_1 重为 500 N ， $OA : OB = 2 : 3$ ，每个滑轮重为 20 N ，滑轮组的机械效率为 80% ，在拉力 F 的作用下，物体 M_2 以 0.5 m/s 的速度匀速上升了 5 m ，(杠杆与绳的自重、摩擦均不计)求：

- (1)物体 M_2 的重力，
- (2)拉力 F 的功率，
- (3)物体 M_1 对水平面的压力。

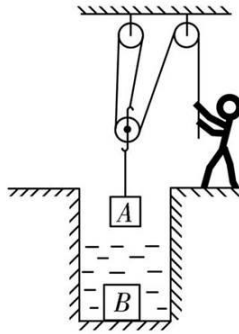


11. 如图所示，工人准备用一根最多能承受 400 N 的力的绳子(若超过绳子将断裂)绕成的滑轮

组先后打捞水中材料相同、体积不同的实心物体 A 和 B，完全露出水面的物体 A 被此装置匀速提起时绳子达到最大拉力，已知动滑轮的质量为 20 kg，(绳的质量、绳与滑轮的摩擦、滑轮与轴的摩擦以及水的阻力均不计，连接动滑轮与物体的钢绳不会断裂， $g=10 \text{ N/kg}$ ， $\rho_{\text{水}}=1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

(1)物体 A 完全露出水面后以 0.5 m/s 的速度匀速上升时，物体 A 的重力和工人拉力的功率分别是多少？

(2)在物体 A 浸没在水中匀速上升的过程中，滑轮组的机械效率为 75%，物体 A 的密度是多少？



易错点 11 利用滑轮组提升重物的做功及效率问题

知识点梳理

1. 滑轮组承担物重的绳子段数为动滑轮承载的绳子段数；
2. 有用功表示必须要做的功；额外功表示不需要但又不得不做的功；机械效率强调有用功在总功中的占比；
3. 在物理学中，用速度表示物体运动的快慢，速度等于物体运动的路程除以所用时间。
4. 常见机械效率公式

(1) 竖直提升重物的滑轮组：① $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{G}{nF}$ ，② $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}}h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}}$ (不计绳重与摩擦，其中 G 为提升物体的重力， F 为拉力， n 为承担拉力的绳子段数)。

(2) 水平匀速拉动物体的滑轮组： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fs_{\text{绳}}} = \frac{f}{nF}$ (其中 f 为物体与水平面间的摩擦力， F 为拉力， $s_{\text{物}}$ 为物体移动的距离， $s_{\text{绳}}$ 为绳子自由端移动的距离， n 为承担拉力的绳子段数)。

(3) 杠杆的机械效率： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs}$ (其中 G 为提升重物的重力， h 为重物升高的高度， F 为动力， s 为动力作用点移动的距离)。

易错陷阱

易错陷阱 1：分析滑轮组绕线方式的问题

【分析】

使用滑轮组提升重物，相应的分析和计算过程，需依托滑轮组的绕线方式，考生容易出现滑轮组绕线方式的判定错误，错误理解滑轮组绕线中的有效绳子段数应为动滑轮承载的绳子段数的有关问题。

【解题技巧】

1. 在滑轮组的动滑轮和定滑轮之间画一条横线，将滑轮组分成两部分；
2. 在动滑轮部分，与动滑轮相连接的绳子的段数即为滑轮组绕线的有效段数；
3. 滑轮组绕绳采用“奇动偶定”的原则，即当承重绳子的段数 n 为奇数时，绳子的固定端在动滑轮上；当承重绳子的段数 n 为偶数时，绳子的固定端在定滑轮上。

易错陷阱 2：滑轮组提升重物过程中有关省力和省功的问题

【分析】

使用滑轮组提升重物的物理情境中涉及到力和功的概念，使用滑轮组提升重物可以省力，但不能省功，考生容易混淆省力和省功的概念，出现混淆省力模型同时省功的判定错误。

【解题技巧】

1. 滑轮组提升重物模型中，确定滑轮组的有效绳子缠绕段数 n ;
2. 判定滑轮组绳子自由端的拉力 F 与提升重物的对应关系： $F = (G_{物} + G_{动}) / n$;
3. 确定绳子自由端移动的距离 s 与物体升高的距离为 h 的对应关系 $s = nh$ 。

易错陷阱 3：使用滑轮组提升机械效率的相关问题

【分析】

机械效率的高低并不决定所用机械是省力还是费力，效率高只说明有用功在总功中所占的比例大，省力还是费力是指做一定的有用功时，所用动力的大小比阻力小还是大，机械效率高不一定省力，考生在区分匀省力、省功、提升机械效率的过程中容易出现混淆，进而出现分析求解错误的问题。

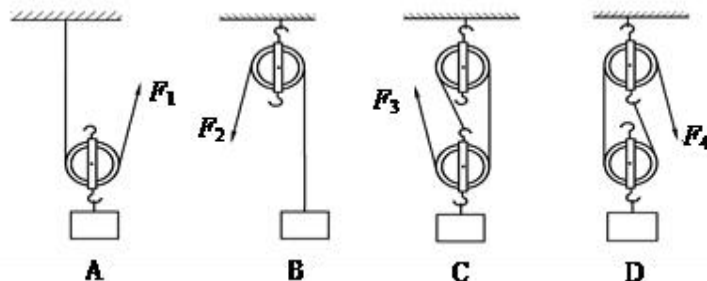
【解题技巧】

1. 判断提升物体过程中的有用功 $W_{有用} = Gh$;
2. 判断提升物体过程中的总功 $W_{总} = Fs$;
3. 求解机械效率 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}}$ ，判定提升重物过程中的机械效率问题。

举一反三

【易错点提醒一】找准滑轮组承担物重的绳子段数

【例 1】如图所示，用下列装置提升同一重物，若不计滑轮自重及摩擦，则最省力的是（ ）



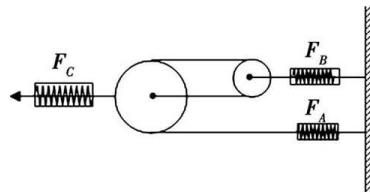
易错分析：混淆滑轮绕线方法，对滑轮组绕线的有效段数的判断方法理解有误。

【答案】C

【知识点】滑轮组提升重物过程中的有效绳子缠绕段数为动滑轮承载的绳子段数

【解析】A 和 D 都能省一半的力，B 不省力，只有 C 用物重的 1/3 的力就能将重物提起，故选 C。

【变式 1-1】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 间的关系正确的是（ ）



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

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

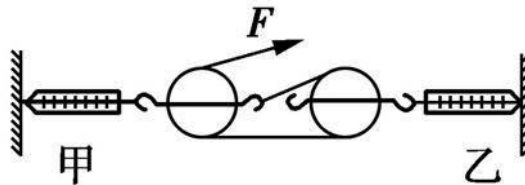
C. $F_A : F_B : F_C = 6 : 3 : 2$

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

【答案】 B

【解析】 设滑轮两端每段绳子承担的力大小为 F ， F_C 等于三段绳子的拉力， $F_C = 3F$ ； F_B 等于两段绳子的拉力， $F_B = 2F$ ； F_A 等于一段绳子的拉力， $F_A = F$ 。故 $F_A : F_B : F_C = F : 2F : 3F = 1 : 2 : 3$ ，故选 B。

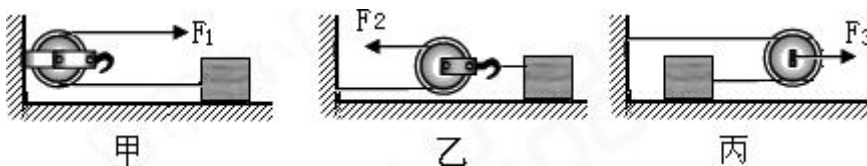
【变式 1-2】 如图所示的装置中，滑轮重、绳重和摩擦不计，若拉力 $F = 5 \text{ N}$ ，则甲弹簧测力计的读数为_____N，乙弹簧测力计的读数为_____N。



【答案】 15；10

【解析】 跟甲相连的滑轮由 3 股绳子作用，则甲的示数为 F 的 3 倍，即 15 N，跟乙相连的滑轮由 2 股绳子作用，则乙的示数为 F 的 2 倍，即 10 N。

【变式 1-3】 如图所示，用三种方法拉动同一物体在相同的水平地面上做匀速直线运动，使物体以相等速度移动相同的距离。所用拉力分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 ，这三个力作用点移动距离分别是 S_1 、 S_2 、 S_3 ，移动速度分别为 V_1 、 V_2 、 V_3 ，不计滑轮摩擦，则（ ）。



A. $F_1 : F_2 : F_3 = 2 : 1 : 4$ 、 $S_1 : S_2 : S_3 = 2 : 1 : 4$

B. $F_1 : F_2 : F_3 = 2 : 1 : 4$ 、 $S_1 : S_2 : S_3 = 2 : 4 : 1$

C. $F_1 : F_2 : F_3 = 2 : 4 : 1$ 、 $V_1 : V_2 : V_3 = 2 : 1 : 4$

D. $F_1 : F_2 : F_3 = 2 : 1 : 4$ 、 $V_1 : V_2 : V_3 = 2 : 4 : 1$

【答案】 B

【解析】 由图可见，本题中三个滑轮都是克服摩擦力做功，假设物体与水平面的摩擦力 f ，物体移动的速度为 v_0 ，运动的时间为 t ，则对这三个图分析可得：

(1) 甲图：滑轮为定滑轮，因为定滑轮相当于一个等臂杠杆，不能省力，所以根据二力平衡，此时拉力 $F_1 = f$ ；拉力的作用点移动的速度 $v_1 = v_0$ ，作用点移动的距离 $S_1 = v_0 t$ 。

- A. 额外功较小 B. 额外功较大 C. 总功较小 D. 总功较大

【答案】D

【解析】用同一滑轮组提升质量不等的重物到相同高度，不计绳重和摩擦，额外功 $W_{\text{额}}=G_{\text{动}}h$ ，故所做额外功相同，故 A、B 均错误，对于同一滑轮组，被提升的物体越重，机械效率越大，所以物体 A 的重力大于 B 的重力，提升相同的高度，根据公式 $W_{\text{有用}}=Gh$ 可知提升物体 A 做的有用功多，由 $W_{\text{总}}=W_{\text{有用}}+W_{\text{额}}$ 可知提升 A 做的总功多，故 C 错误，D 正确。 故选 D。

【变式 2-2】下列关于简单机械在实际应用中的说法正确的是（ ）

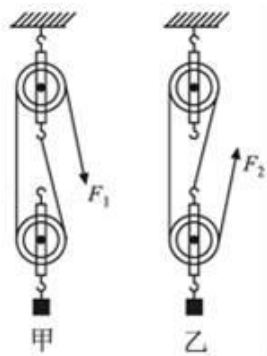
- A. 指甲剪是省力省功的机械
 B. 定滑轮不省力，但能改变力的方向
 C. 滑轮组既省力，又省距离，还省功
 D. 斜面的机械效率可以达到 100%

【答案】B

【解析】

- A、指甲剪由三条杠杆组成，其中既有省力杠杆也有费力杠杆，但其最终可以达到省力的目的，所以为省力机械，但使用任何机械都不省功，故 A 错误；
 B、定滑轮的实质是等臂杠杆，不省力也不费力，但可以改变力的方向，故 B 正确；
 C、滑轮组可以省力，但费距离，且不可能省功，故 C 错误；
 D、使用任何机械都要做额外功，所以机械效率不可能达到 100%，故 D 错误。 故选 B。

【变式 2-3】如图所示，用完全相同的四个滑轮和两根相同的细绳组成甲、乙两个滑轮组，在各自的自由端施加大小分别为 F_1 和 F_2 的拉力，将相同的重物缓慢提升相同的高度（不计绳重和一切摩擦），下列说法正确的是（ ）



- A. 拉力 F_1 小于拉力 F_2
 B. 甲、乙两滑轮组的机械效率相同
 C. 甲、乙两滑轮组中的动滑轮都是费力机械
 D. 甲、乙两滑轮组中绳子自由端移动的距离相等

【答案】B

【解析】

A、不计绳重及摩擦，因为拉力 $F = (G_{物} + G_{动}) / n$ ， $n_1 = 2$ ， $n_2 = 3$ ，所以绳端的拉力： $F_1 = (G_{物} + G_{动}) / 2$ ， $F_2 = (G_{物} + G_{动}) / 3$ ，所以 $F_1 > F_2$ ，故 A 错误；

B、因为动滑轮重相同，提升的物体重和高度相同， $W_{额} = G_{动}h$ ， $W_{有用} = G_{物}h$ ，所以利用滑轮组做的有用功相同、额外功相同，则总功相同；所以两滑轮组的机械效率相同，故 B 正确；

C、使用动滑轮能够省力，动滑轮为省力杠杆，故 C 错误；

D、因为绳子自由端移动的距离 $s = nh$ ， $n_1 = 2$ ， $n_2 = 3$ ，提升物体的高度 h 相同，所以 $s_1 = 2h$ ， $s_2 = 3h$ ，则 $s_1 \neq s_2$ ，故 D 错误；故选 B。

【易错点提醒三】提升机械效率应侧重增加有用功或减小额外功

【例 3】关于机械效率的说法中正确的是（ ）

- A. 越省力的机械，效率越高
- B. 做有用功越多的机械，效率越高
- C. 做相同的功，额外功的值越小，则机械效率一定越高
- D. 做功越快的机械，机械效率越高

易错分析：对机械效率表示有用功在总功中的占比的基本概念理解有误。

【答案】C

【知识点】简单机械的机械效率表示为有用功与总功的比值

【解析】

A、机械效率与省力情况无关，定滑轮不省力，但它的机械效率比动滑轮要高，该选项说法不正确。

B、有用功越多的机械效率不一定高，机械效率是有用功在总功中所占的比例，该选项说法不正确。

C、做相同的功，额外功的值越小，额外功占的比值越小，效率越高，该选项说法正确。

D、机械做功越快，表示功率越大，单位时间内做的功越多，但机械效率不一定就高，该选项说法不正确。故选 C。

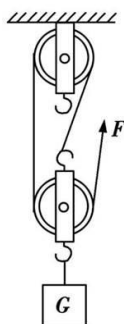
【变式 3-1】分别使用定滑轮、动滑轮、两个定滑轮和两个动滑轮组成的滑轮组，匀速提升同一物体到同一高度处，其机械效率分别为 $\eta_{定}$ 、 $\eta_{动}$ 、 $\eta_{组}$ （不计绳重和摩擦，设每个滑轮质量相等），则下列选项中正确的是（ ）

- A. $\eta_{组} < \eta_{动} < \eta_{定}$
- B. $\eta_{动} < \eta_{定} < \eta_{组}$
- C. $\eta_{定} < \eta_{动} < \eta_{组}$
- D. $\eta_{定} < \eta_{组} < \eta_{动}$

【答案】A

【解析】甲图为 $s-t$ 图像，为一过原点的倾斜直线，说明甲车通过的路程与时间成正比，做的是匀速直线运动，则甲的速度为 $v = \frac{s}{t} = \frac{10\text{m}}{5\text{s}} = 2\text{m/s}$ ；乙图为 $v-t$ 图像，乙的图像与 t 轴平行，说明乙做匀速直线运动， $v_{乙} = 2\text{m/s}$ ，所以甲车速度等于乙车速度，甲、乙都以 2m/s 匀速运动，不是由静止开始运动，无法确定甲、乙两车的出发地点、运动方向，无法判断 5s 后是否相遇。故选 A。

【变式 3-2】用如图所示的滑轮组提升重物时(忽略绳重及摩擦)，能提高滑轮组机械效率的是 ()

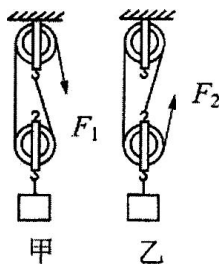


- A. 增加物体被提升的高度
- B. 增大动滑轮的重力
- C. 改变绳子的绕法，减少承担重物的绳子的段数
- D. 增加物体的重力

【答案】 D

【解析】不计绳重和摩擦时，滑轮组的机械效率 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} \times 100\% = \frac{Gh}{(G+G_{动})h} \times 100\% = \frac{G}{G+G_{动}} \times 100\%$ ，由表达式可知，滑轮组的机械效率与物体被提升的高度无关，减轻动滑轮的重力 $G_{动}$ ，滑轮组的机械效率变大，滑轮组的机械效率与承担重物的绳子的段数无关，故 A、B、C 错误，由表达式可知，增加物体的重力 G ，滑轮组的机械效率变大，故 D 正确。故选 D。

【变式 3-3】用相同的滑轮和绳子分别组成如图所示的甲、乙两个滑轮组，把相同的重物匀速提升相同的高度。若不计绳重及摩擦，下列说法正确的是 ()



- A. 绳子受的拉力 F_1 和 F_2 大小相等，滑轮组的机械效率相同；
- B. 绳子受的拉力 F_1 和 F_2 大小不相等，滑轮组的机械效率不同；

- C. 绳子自由端移动的距离不相等，拉力对滑轮组所做的功相等；
 D. 绳子自由端移动的距离不相等，拉力对滑轮组所做的功不相等

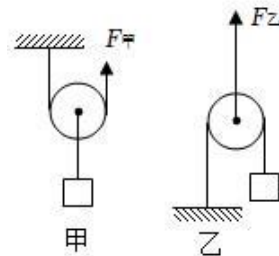
【答案】C

【解析】由图可知，甲滑轮组 $n=2$ ，乙滑轮组 $n=3$ ；货物重相同，故 $F_1=G/2$ ， $F_2=G/3$ ；甲图中，绳子自由端移动的距离是物体升高 h 的 2 倍，乙图中，绳子自由端移动的距离是物体升高 h 的 3 倍，所以，两个力对物体做功相同（忽略绳重及摩擦）。故选 C。

易错题通关

A 组 中考真题

1. （2023 湖南常德）如图所示小明组装了甲、乙两种滑轮，用来提升同一物体， $G_{物}=200N$ （不计绳重、轮重和摩擦），要使物体竖直匀速提升 $2m$ 。下列说法中正确的是（ ）

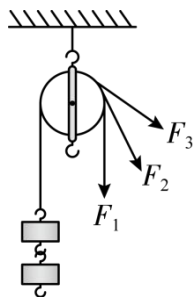


- A. $F_{甲}=200N$ ，并向上移动 $4m$ B. $F_{甲}=100N$ ，并向上移动 $2m$
 C. $F_{乙}=200N$ ，并向上移动 $1m$ D. $F_{乙}=400N$ ，并向上移动 $1m$

【答案】D

【解析】不计绳重、轮重和摩擦，图甲是动滑轮，动滑轮不能改变力的方向，但是可以省一半的力，所以 $F_{甲}=G_{物}/2=100N$ ，拉力端移动的距离为 $s=2h=2\times 2m=4m$ ，故 AB 错误；不计绳重、轮重和摩擦，图乙是动滑轮，拉力作用在动滑轮的轴上，拉力 $F_{乙}=2G_{物}=400N$ ，拉力端移动的距离为 $s'=h/2=1m$ ，故 C 错误，D 正确。故选 D。

2. （2023 四川自贡）如图所示，用一根绳子绕过定滑轮，一端拴在钩码上，手执另一端，分别用力 F_1 、 F_2 、 F_3 匀速拉起钩码。忽略绳子与滑轮的摩擦，下列说法中正确的是（ ）

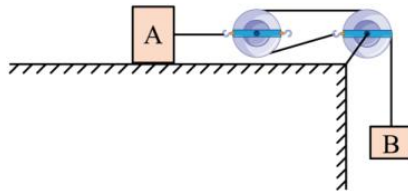


- A. F_1 较大 B. F_3 较大
 C. F_2 较大 D. F_1 、 F_2 、 F_3 的大小相等

【答案】D

【解析】由图可知，图中滑轮是定滑轮，定滑轮不能省力，所以忽略绳子与滑轮的摩擦，匀速向上拉物体时，无论向哪个方向拉动绳子，施加在绳子上的拉力都与物体重力相等，所以三种拉法所用拉力一样大，故 ABC 错误，D 正确。故选 D。

3. (2023 四川达州) 将物体 A、B 置于如图所示的装置中，物体 B 恰好匀速下降，已知 A 重 30N，B 重 5N，则 A 所受地面的摩擦力为_____N；若对 A 施加一个水平向左的拉力 F ，刚好使 A 匀速向左运动，则拉力 $F=$ _____N。(不计绳重、滑轮重及绳子与滑轮间的摩擦)



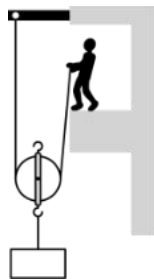
【答案】10；20

【解析】

[1]如图所示，物体 A 和 B 通过动滑轮相连，动滑轮上有 2 段绳子，已知 A 重 30N，B 重 5N，物体 B 恰好匀速下降，说明物体 A 处于平衡状态，则 A 所受地面的摩擦力与动滑轮的钩子拉 A 的力是一对平衡力，即 $f=2G_B=10N$ ；

[2]若对 A 施加一个水平向左的拉力 F ，则物体 A 受到三个力的作用：水平向左的拉力 F ，水平向右的拉力 $2G_B$ ，水平向右的摩擦力 10N，所以，水平刚好使 A 匀速向左运动，则拉力 $F=f+2G_B=20N$ 。

4. (2023 重庆) 在美丽乡村建设的工地上，如图所示，工人借助动滑轮用 250N 的拉力，将 450N 的重物匀速提升 2m，用时 10s。则 ()



- A. 重物上升的速度为 0.4m/s
- C. 工人的拉力的功率为 90W

- B. 动滑轮做的有用功为 1000J
- D. 动滑轮的机械效率为 90%

【答案】D

【解析】

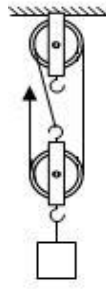
A. 重物上升的速度为 $v=h/t=0.2m/s$ ，故 A 不符合题意；

B. 动滑轮做的有用功为 $W_{有}=Gh=450\text{N}\times 2\text{m}=900\text{J}$ ，故 B 不符合题意；

C. 动滑轮有两根绳承担，所以绳子自由端移动的速度为 $v_{绳}=v=0.2\text{m/s}\times 2=0.4\text{m/s}$ ，工人的拉力的功率为 $P=Fv_{绳}=250\text{N}\times 0.4\text{m/s}=100\text{W}$ ，故 C 不符合题意；

D. 动滑轮的机械效率为 $\eta=W_{有}/W_{总}=90\%$ ，故 D 符合题意。故选 D。

5. (多选) (2023 天津) 在测量滑轮组机械效率的实验中，用如图所示的滑轮组先匀速提升重为 G_1 的物体，额外功与有用功之比为 1 : 3；再匀速提升重为 G_2 的物体。先后两次绳子自由端的拉力之比为 2 : 5。若不计绳重和摩擦，则 ()



A. $G_1 : G_2 = 2 : 5$

B. $G_1 : G_2 = 1 : 3$

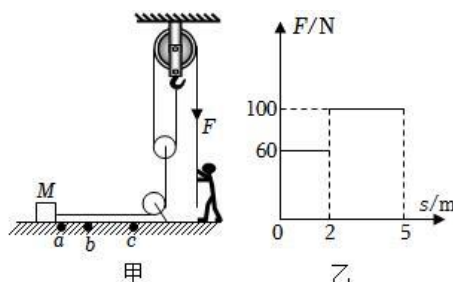
C. 先后两次滑轮组的机械效率之比为 3 : 4

D. 先后两次滑轮组的机械效率之比为 5 : 6

【答案】BD

【解析】 因为不计绳重和摩擦，则有用功为提升物体所做的功，额外功为提升动滑轮所做的功。由题意知，滑轮组先匀速提升重为 G_1 的物体，额外功与有用功之比为 1 : 3；即 $3G_{动}h=G_1h$ ，解得 $G_{动}=G_1/3$ 。再匀速提升重为 G_2 的物体。先后两次绳子自由端的拉力之比为 2 : 5，即 $F_1:F_2=(G_{动}+G_1)/3:(G_{动}+G_2)/3=2:5$ ，解得 $G_1:G_2=1:3$ ，故 A 错误，B 正确；根据 $\eta=W_{有}/W_{总}=G/nF$ ，先后两次滑轮组的机械效率之比 $\eta_1:\eta_2=5:6$ ，故 C 错误，D 正确。故选 BD。

6. (多选) (2023 四川成都) 如图甲所示装置，小欢用力 F 向下拉绳子，使物体 M 在水平地面匀速移动，地面 ab 、 bc 粗糙程度不同。物体 M 重为 400N ，动滑轮重为 5N ， $ab=2\text{m}$ ， $bc=3\text{m}$ 。物体 M 从 a 点到 c 点过程中，拉力 F 与 M 移动距离的关系如图乙，不考虑物体大小对运动的影响，忽略绳子重力及滑轮转轴摩擦，对此过程的分析，下列结论正确的是 ()



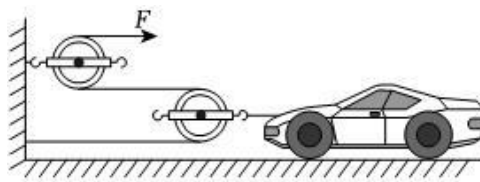
- A. 绳子自由端移动的距离为 15m
- B. 拉力 F 做的功为 840J
- C. 拉力 F 在 ab 段做的额外功等于在 bc 段做的额外功
- D. 物体从 ab 段到 bc 段，滑轮组的机械效率变大

【答案】BD

【解析】

- A. 由图可知，绳子段数有 2 段，物体移动的距离 $s_{物}=2m+3m=5m$ ，则绳子自由端移动的距离为 $s=5m \times 2=10m$ ，故 A 错误；
- B. 由图乙可知，物体 M 从 a 点到 b 点过程中，拉力 $F'=60N$ ，绳子自由端移动距离 $s'=2m \times 2=4m$ ，拉力 F 做的功为 $W'=F's'=60N \times 4m=240J$ ，物体 M 从 b 点到 c 点过程中，拉力 $F''=100N$ ，绳子自由端移动距离 $s''=3m \times 2=6m$ ，拉力 F 做的功为 $W''=F''s''=100N \times 6m=600J$ ，则拉力 F 做的总功为 $W=240J+600J=840J$ ，故 B 正确；
- C. 忽略绳子重力及滑轮转轴摩擦，拉力 F 在 ab 段做的额外功 $W_{额}'=G_{动}S_{ab}=5N \times 2m=10J$ ，拉力 F 在 bc 段做的额外功 $W_{额}''=G_{动}S_{bc}=5N \times 3m=15J$ ，所以拉力 F 在 ab 段做的额外功小于在 bc 段做的额外功，故 C 错误；
- D. 在 ab 段，滑轮组的机械效率 $\eta' = W_{有}/W_{总} = (W_{总}' - W_{额}') \approx 96\%$ ，在 bc 段，滑轮组的机械效率 $\eta'' = W_{有}/W_{总} = (W_{总}'' - W_{额}'') = 97.5\%$ ，故 D 正确。故选 BD。

7. (2023 内蒙古通辽) 如图所示，用滑轮组帮助汽车脱困，汽车被水平匀速拉动 1.2m 时，作用在绳子自由端的拉力 F 为 1000N，绳子自由端移动的速度为 0.6m/s，滑轮组的机械效率为 80%，则下列说法正确的是 ()



- A. 汽车移动的速度为 0.4m/s
- B. 拉力 F 做的功为 1200J
- C. 汽车受到的摩擦力大小为 2000N
- D. 拉力 F 所做的有用功的功率为 480W

【答案】D

【解析】

- A. 由题意可知，绳子自由端移动的速度为 $v=0.6m/s$ ，且动滑轮上有两股绳子承重，故可得汽车移动的速度为 $v_0=v/2=0.3m/s$ ；
- B. 汽车移动的距离为 $s_0=1.2m$ ，故绳子自由端移动的距离为 $s=2s_0=2 \times 1.2m=2.4m$ ，绳子自由端的拉力为 $F=1000N$ ，故由 $W=Fs$ 可得，拉力 F 做的功为 $W_{总}=Fs=1000N \times 2.4m=2400J$ ，故 B

错误；

C. 因滑轮组的机械效率为 80%，故可得滑轮组所做的有用功为 $W_{\text{有}}=W_{\text{总}} \cdot \eta=1920\text{J}$ ，由 $W=Fs$ 可得，汽车受到绳子的拉力为 $F_0=W_{\text{有}}/s_0=1600\text{N}$ ，因汽车在水平方向上受到向左的绳子拉力 F_0 和向右的摩擦力 f ，由力的平衡可得，汽车受到的摩擦力为 $f=F_0=1600\text{N}$ ，故 C 错误；

D. 由 $P=Fv$ 可得，拉力 F 所做的有用功的功率为 $P_{\text{有}}=F_0v_0=1600\text{N} \times 0.3\text{m/s}=480\text{W}$ ，故 D 正确。
故选 D。

8. （2023 湖北恩施）一桶沙总重 200N，工人在高处用绳在 30s 内将其匀速提升了 6m。求：

（1）工人做功的功率为多大？

（2）若徒手提着这桶沙，沿着楼梯爬高 6m，比较工人两次做功的机械效率大小，并简述理由。

【答案】（1）40W；（2）工人第一次做功的机械效率大于第二次做功的机械效率

【解析】（1）工人匀速提升物体，拉力和重力是平衡力，拉力 $F=G=200\text{N}$ ，
拉力所做的总功 $W_{\text{总}}=Fs=200\text{N} \times 6\text{m}=1200\text{J}$ ，
工人做功的功率 $P=W_{\text{总}}/t=40\text{W}$ ；

（2）工人在高处用绳提升一桶沙，有用功是克服沙子重力做的功，额外功是克服桶和绳子重力做的功，若徒手提着这桶沙，沿着楼梯爬高 6m，除了克服桶和绳子重力做功，还要克服自身重力做功，额外功会增大，有用功不变，由 $\eta=W_{\text{有}}/W_{\text{总}}=W_{\text{有}}/(W_{\text{有}}+W_{\text{额}})$ ，可知机械效率会减小。

9. （2023 江苏连云港）下列关于机械效率的说法正确的是（ ）

- A. 越省力的机械，机械效率越高
- B. 做功越快的机械，机械效率越高
- C. 所做有用功越多的机械，机械效率越高
- D. 有用功与总功的比值越大的机械，机械效率越高

【答案】D

【解析】

A. 机械效率是指有用功与总功的比值，与省力情况无关，故 A 错误；

B. 功率是描述物体做功快慢的物理量，做功慢的机械，其功率小；机械效率是指有用功与总功的比值，两者没有必然的联系，故 B 错误；

C. 机械效率是指有用功与总功的比值，所做有用功越多，总功未知，机械效率不一定越高，故 C 错误；

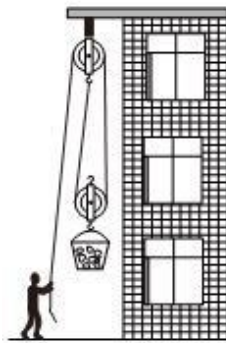
D. 机械效率是指有用功与总功的比值，有用功与总功的比值越大的机械，机械效率越高，

故 D 正确。

故选 D。

10. (2023 湖北随州) 生活中有些低层建筑没有电梯, 房屋装修时聪明的工人常用滑轮组提升沙石等物料。如下图, 物料及桶总质量为 60kg , 工人质量为 80kg , 工人的双脚与水平地面接触面积为 400cm^2 , 某段时间内工人将物料及桶缓缓匀速提升了 3m 。不计滑轮组和绳的重量及绳与轮之间的摩擦。图中拉力的方向近似认为是竖直方向, g 取 10N/kg 。求:

- (1) 工人拉绳子的力是多大?
- (2) 这段时间内工人提升物料及桶做了多少功?
- (3) 这段时间内工人对地面的压强是多少?



【答案】 (1) 300N ; (2) 1800J ; (3) $1.25 \times 10^4\text{Pa}$

【解析】

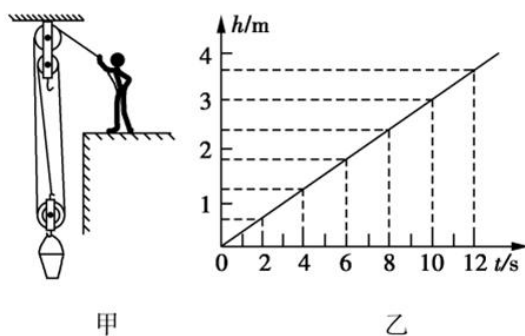
(1) 如图所示, 绳子的股数 $n=2$, 工人拉绳子的力为 $F_{\text{拉}}=G/n=300\text{N}$;

(2) 工人提升物料及桶做的功为 $W=mgh=60\text{kg} \times 10\text{N/kg} \times 3\text{m}=1800\text{J}$

(3) 人受到竖直向下的重力、地面对人竖直向上的支持力和绳子对人竖直向上的拉力作用, 这 3 个力是平衡的, 即 $m'g=F_{\text{拉}}+F_{\text{支持}}$, 因为支持力和压力是一对相互作用力, 大小相等, 则工人对地面的压力为 $F_{\text{压}}=F_{\text{支持}}=m'g-F_{\text{拉}}=80\text{kg} \times 10\text{N/kg}-300\text{N}=500\text{N}$, 工人对地面的压强为 $P=F_{\text{压}}/S=1.25 \times 10^4\text{Pa}$ 。

B 组 最新模拟题

1. 如图甲所示, 建筑工人用滑轮组提升重为 285N 的水泥桶, 动滑轮重为 15N , 不计摩擦及绳重. 工人在将水泥桶匀速向上拉的过程中, 水泥桶上升的高度 h 随时间 t 变化的关系图像如图乙所示, 由此可知()

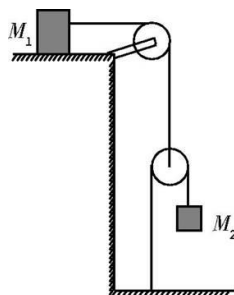


- A. 水泥桶匀速上升的速度约为 3 m/s
- B. 0-10 s 内，建筑工人对绳的拉力做的功为 2 700 J
- C. 0-8 s 内，建筑工人对水泥桶做的功为 684 J
- D. 建筑工人对绳的拉力的功率为 30 W

【答案】C

【解析】解答本题的关键是在不计摩擦及绳重的情况下，利用 $F = \frac{1}{n}(G_{\text{动}} + G_{\text{物}})$ 求出建筑工人对绳的拉力的大小，由题图甲可知，该滑轮组的有效绳子股数为 $n=3$ ；由题图乙可知，水泥桶在 10 s 内上升了 3 m，则水泥桶匀速上升的速度为 $v = \frac{h_1}{t_1} = \frac{3\text{m}}{10\text{s}} = 0.3 \text{ m/s}$ ，故 A 错误；0~10 s 内，绳端移动的距离为 $s = nh_1 = 3 \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$ ，不计摩擦及绳重，则建筑工人对绳的拉力大小为 $F = \frac{1}{n}(G_{\text{动}} + G_{\text{物}}) = \frac{1}{3} \times (285 \text{ N} + 15 \text{ N}) = 100 \text{ N}$ ，拉力做的功为 $W = Fs = 100 \text{ N} \times 9 \text{ m} = 900 \text{ J}$ ，故 B 错误；在 0~8 s 内，水泥桶上升的高度 $h_2 = vt_2 = 0.3 \text{ m/s} \times 8 \text{ s} = 2.4 \text{ m}$ ，建筑工人对水泥桶做的功为 $W_2 = Gh_2 = 285 \text{ N} \times 2.4 \text{ m} = 684 \text{ J}$ ，故 C 正确；绳端移动的速度 $v' = 3v = 3 \times 0.3 \text{ m/s} = 0.9 \text{ m/s}$ ，建筑工人对绳的拉力的功率为 $P = Fv' = 100 \text{ N} \times 0.9 \text{ m/s} = 90 \text{ W}$ ，故 D 错误。故选 C。

2. 如图所示，不考虑绳重、滑轮重及滑轮的摩擦，放在桌面上的物体 M_1 重 100 N，通过滑轮挂有重为 30N 的物体 M_2 ，刚好能使 M_1 在桌面上做匀速运动，则物体 M_1 和桌面间的摩擦力为()



- A. 30 N
- B. 60 N
- C. 100 N
- D. 15 N

【答案】B

【解析】由题图知，固定在桌面上的是定滑轮，下面的是动滑轮，物体 M_1 在水平方向受到的

拉力 $F=2G_2=2\times 30\text{ N}=60\text{ N}$ ，因为 M_1 在桌面上做匀速运动，所以物体 M_1 和桌面间的摩擦力为 $f=F=60\text{ N}$ ，故选 B。

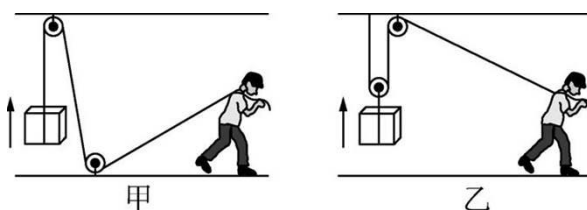
3. 学习了关于功率和机械效率之后，下列说法正确的是()

- A. 功率大的机械，机械效率一定高
- B. 做功多的机械，机械效率一定高
- C. 做相同的有用功，额外功少的机械，机械效率一定高
- D. 省力的机械，机械效率一定高

【答案】C

【解析】功率是表示做功快慢的物理量，功率大只表示做功快，故 A 错误，机械效率是有用功与总功的比值，机械效率高表示有用功与总功的比值大，与做功多少无关，故 B 错误，在有用功一定时，额外功越少，总功越少，机械效率越高，故 C 正确，机械效率的高低与机械是否省力无关，故 D 错误。故选 C。

4. 如图所示，快递小哥为了把较重的货物装入运输车，用同样的器材设计了甲、乙两种方式提升货物，若把同一货物匀速提升到同一高度，忽略绳重和摩擦，下列分析正确的是()

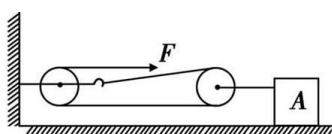


- A. 甲方式可以省力
- B. 乙方式不能改变力的方向
- C. 甲、乙两种方式做的有用功相等
- D. 甲、乙两种方式的机械效率相等

【答案】C

【解析】由题图可知，甲方式中滑轮可以改变力的方向，但不能省力，A 错误，乙方式中滑轮组既能省力又能改变力的方向，B 错误，将货物匀速提升到同一高度，由 $W_{\text{有}}=Gh$ 可知，甲、乙两种方式所做的有用功相等，C 正确，忽略绳重和摩擦，甲方式的机械效率为 100%，乙方式中提升动滑轮上升做了额外功，机械效率小于 100%，所以甲、乙两种方式的机械效率不相等，D 错误。故选 C。

5. (多选) 如图所示，一位同学用滑轮组拉着重 450 N 的物体 A，使它 5 s 内在水平地面上匀速前进 1 m，水平拉力 $F=75\text{ N}$ ，若物体与地面间的摩擦力是物重的 0.2，下列说法正确的是()



A.他做的总功是 150 J

B.他做的有用功是 450 J

C.拉力做功的功率是 15 W

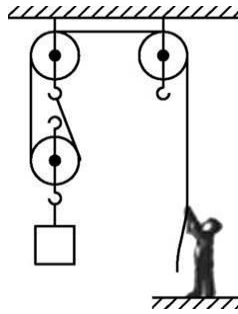
D.该滑轮组的机械效率是 60%

【答案】AD

【解析】

由题图可知，绳子自由端移动的距离是物体 A 运动距离的 2 倍，即 $s_{\text{绳}}=2s_{\text{物}}=2\text{ m}$ ，则拉力做的总功 $W_{\text{总}}=Fs_{\text{绳}}=75\text{ N}\times 2\text{ m}=150\text{ J}$ ，A 正确，有用功是克服物体 A 与水平地面之间的摩擦所做的功，由题意可知，物体 A 受到的摩擦力 $f=0.2G=0.2\times 450\text{ N}=90\text{ N}$ ，有用功 $W_{\text{有}}=fs_{\text{物}}=90\text{ N}\times 1\text{ m}=90\text{ J}$ ，B 错，拉力的功率 $P=\frac{W_{\text{总}}}{t}=\frac{150\text{ J}}{5\text{ s}}=30\text{ W}$ ，C 错，该滑轮组的机械效率 $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}\times 100\%=\frac{90\text{ J}}{150\text{ J}}\times 100\%=60\%$ ，D 正确，故选 AD。

6. (多选) 工人用如图所示的滑轮组，在时间 t 内，将重为 G 的货物匀速提升了 h ，工人对绳子竖直向下的拉力恒为 F 。以下说法正确的是()



A.拉力 F 的功率为 $\frac{2Fh}{t}$

B.额外功为 $(2F-G)h$

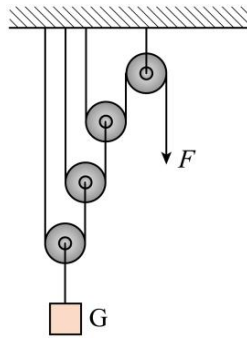
C.滑轮组的机械效率为 $\frac{G}{3F}$

D.滑轮组的机械效率随 h 的增大而增大

【答案】AB

【解析】由题图可知，滑轮组中承担物重的绳子有 2 股，则绳子自由端移动的距离为 $s=2h$ ，拉力 F 做功的功率为 $P=\frac{W_{\text{总}}}{t}=\frac{Fs}{t}=\frac{2Fh}{t}$ ，A 正确，拉力所做的有用功 $W_{\text{有}}=Gh$ ，做的总功 $W_{\text{总}}=2Fh$ ，则拉力所做的额外功是 $W_{\text{额}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有}}=2Fh-Gh=(2F-G)h$ ，B 正确，滑轮组的机械效率为 $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}=\frac{Gh}{2Fh}=\frac{G}{2F}$ ，C 错，滑轮组的机械效率与物重、摩擦力和动滑轮的重有关，与绕绳的方式、物体上升的高度无关，D 错。故选 AB。

7. 如图所示，物体重 10N，每个滑轮重 1N，在 $F=2.5\text{N}$ 的拉力作用下，物体上升了 1m，则拉力做的有用功是_____J，克服绳重及滑轮与绳子之间的摩擦所做的额外功为_____J。



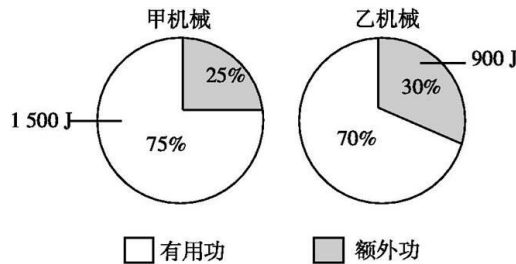
【答案】10；3

【解析】

[1]该滑轮组克服物体重力做有用功，所做有用功 $W_{有}=Gh=10J$ ；

[2]物体上升 1m，则从下数的第一个动滑轮也上升 $h_1=1m$ ，其右侧绳端上升 2m；从下数的第二个动滑轮上升 $h_2=2m$ ，其右侧绳端上升 4m；从下数的第三个动滑轮上升 $h_3=4m$ ，其右侧绳端上升 8m，即绳子自由端移动的距离 $s=8m$ ，拉力做的总功 $W_{总}=Fs=20J$ ，克服动滑轮重力做的额外功 $W_{额}=G_{动1}h_1+G_{动2}h_2=7J$ ；则克服绳重及滑轮与绳子之间的摩擦所做的额外功 $W_{额}=W_{总}-W_{有}-W_{动}=3J$ 。

8. 如图显示的是甲、乙两机械的参数，甲、乙相比，甲的()



- A.总功较大 B.有用功较小 C.额外功较大 D.机械效率较低

【答案】B

【解析】由题图可知， $W_{甲有}=1500J$ ， $W_{乙额}=900J$ ， $\eta_{甲}=75\%$ ， $\eta_{乙}=70\%$ ，由 $\eta=\frac{W_{有}}{W_{总}}$ 可得， $W_{甲总}$

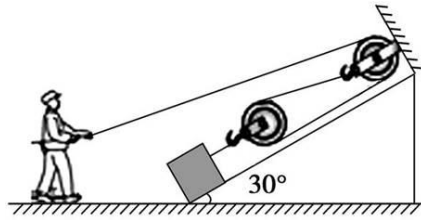
$$\frac{W_{甲有}}{\eta_{甲}} = \frac{1500J}{75\%} = 2000J, \quad W_{乙总} = \frac{W_{乙额}}{30\%} = \frac{900J}{30\%} = 3000J,$$

故 A、D 错误；由 $W_{有}+W_{额}=W_{总}$ 可得， $W_{甲额}=W_{甲总}-W_{甲有}=2000J-1500J=500J$ ， $W_{乙有}=W_{乙总}-W_{乙额}=3000J-900J=2100J$ ，故 B 正确、C 错误，故选 B。

9. 建筑工人要向楼上运送货物，为了省力，他在一个斜面上安装了一个滑轮组，做成如图所示的机械装置，斜面的倾角为 30° 且固定在水平面上，工人用 400 N 的力拉绳子，重为 500 N 的货物沿斜面匀速向上运动 6 m 所用时间为 20 s，求此过程中：

- (1)货物沿斜面匀速运动的速度大小，
 (2)工人提升货物做的有用功，

(3)该装置的机械效率。



【答案】 0.3 m/s； 1 500 J； 31.25%

【解析】

(1)货物移动距离 $s=6\text{ m}$ ，所用时间 $t=20\text{ s}$ ，货物匀速运动的速度 $v=\frac{s}{t}=\frac{6\text{ m}}{20\text{ s}}=0.3\text{ m/s}$ ，

(2)斜面的倾角为 30° ，根据直角三角形特点，货物在斜面移动 6 m 时，上升的高度 $h=\frac{1}{2}s=\frac{1}{2}\times 6\text{ m}=3\text{ m}$ ，

工人所做有用功 $W_{\text{有用}}=Gh=500\text{ N}\times 3\text{ m}=1\ 500\text{ J}$ ，

(3)由题图可知，滑轮组中绳子的有效股数 n 为 2，绳子自由端移动距离 $s'=2\times 6\text{ m}=12\text{ m}$ ，

工人所做总功 $W_{\text{总}}=Fs'=400\text{ N}\times 12\text{ m}=4\ 800\text{ J}$ ，

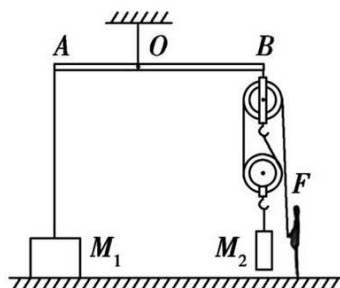
装置的机械效率 $\eta=\frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}\times 100\%=\frac{1\ 500\text{ J}}{4\ 800\text{ J}}\times 100\%=31.25\%$ 。

10. 如图，杠杆在水平位置平衡，物体 M_1 重为 500 N ， $OA:OB=2:3$ ，每个滑轮重为 20 N ，滑轮组的机械效率为 80% ，在拉力 F 的作用下，物体 M_2 以 0.5 m/s 的速度匀速上升了 5 m ，(杠杆与绳的自重、摩擦均不计)求：

(1)物体 M_2 的重力，

(2)拉力 F 的功率，

(3)物体 M_1 对水平面的压力。



【答案】 80N； 50W； 245N

【解析】

(1)由题意， $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}=\frac{G_2h}{G_2h+G_{\text{动}}h}=\frac{G_2}{G_2+G_{\text{动}}}$ ，即 $80\%=\frac{G_2}{G_2+20\text{ N}}$ ，解得 $G_2=80\text{ N}$ ，

(2)由题图可知， $n=2$ ，

$$\text{故拉力 } F = \frac{G_2 + G_{\text{动}}}{2} = \frac{80 \text{ N} + 20 \text{ N}}{2} = 50 \text{ N},$$

$$v_F = 2v_{\text{物}} = 2 \times 0.5 \text{ m/s} = 1 \text{ m/s},$$

$$\text{所以 } P = Fv_F = 50 \text{ N} \times 1 \text{ m/s} = 50 \text{ W},$$

(3) 杠杆 B 端的绳对定滑轮向上的拉力

$$F_B = 3F + G_{\text{定}} = 3 \times 50 \text{ N} + 20 \text{ N} = 170 \text{ N},$$

杠杆 B 端受到绳向下的拉力 $F'_B = F_B$,

根据杠杆平衡条件, 有 $F_A \cdot OA = F'_B \cdot OB$,

$$\text{故 } F_A = \frac{F'_B \cdot OB}{OA} = \frac{3}{2} \times 170 \text{ N} = 255 \text{ N},$$

绳对 M_1 向上的拉力 $F'_A = F_A$,

$$\text{所以水平面对 } M_1 \text{ 的支持力 } F_{\text{支}} = G_1 - F'_A = 500 \text{ N} - 255 \text{ N} = 245 \text{ N},$$

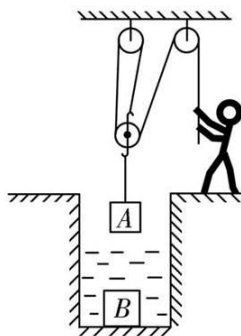
M_1 对水平面的压力与水平面对 M_1 的支持力是一对相互作用力,

$$\text{所以 } F_{\text{压}} = F_{\text{支}} = 245 \text{ N}.$$

11. 如图所示, 工人准备用一根最多能承受 400 N 的力的绳子(若超过绳子将断裂)绕成的滑轮组先后打捞水中材料相同、体积不同的实心物体 A 和 B, 完全露出水面的物体 A 被此装置匀速提起时绳子达到最大拉力, 已知动滑轮的质量为 20 kg, (绳的质量、绳与滑轮的摩擦、滑轮与轴的摩擦以及水的阻力均不计, 连接动滑轮与物体的钢绳不会断裂, $g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

(1) 物体 A 完全露出水面后以 0.5 m/s 的速度匀速上升时, 物体 A 的重力和工人拉力的功率分别是多少?

(2) 在物体 A 浸没在水中匀速上升的过程中, 滑轮组的机械效率为 75%, 物体 A 的密度是多少?



【答案】 600 W; $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

【解析】

$$(1) G_{\text{动}} = m_{\text{动}} g = 20 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 200 \text{ N},$$

$$G_{\text{总}} = G + G_{\text{动}} = 3F_{\text{拉}} = 3 \times 400 \text{ N} = 1200 \text{ N},$$

$$\text{物体 A 的重力 } G = G_{\text{总}} - G_{\text{动}} = 1200 \text{ N} - 200 \text{ N} = 1000 \text{ N},$$

工人拉力做功的功率 $P=F_{\text{拉}}v=400\text{ N}\times 3\times 0.5\text{ m/s}=600\text{ W}$;

(2)物体 A 浸没在水中时，滑轮组的机械效率:

$$\eta=\frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}\times 100\%=\frac{Fh}{F_{\text{人拉}}s}\times 100\%=\frac{F}{3F_{\text{人拉}}}\times 100\%=\frac{F}{3\times\frac{F+G_{\text{动}}}{3}}\times 100\%=\frac{F}{F+G_{\text{动}}}\times 100\%=\frac{F}{F+200\text{ N}}\times 100\%=75\%,$$

解得， $F=600\text{ N}$ ，则物体 A 所受的浮力 $F_{\text{浮}}=G-F=1\ 000\text{ N}-600\text{ N}=400\text{ N}$ ，

根据阿基米德原理可得物体 A 的体积为 $V=V_{\text{排}}=\frac{F_{\text{浮}}}{\rho_{\text{水}}g}=\frac{400\text{ N}}{1.0\times 10^3\text{ kg/m}^3\times 10\text{ N/kg}}=0.04\text{ m}^3$ ，

物体 A 的密度为 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{G}{Vg}=\frac{1\ 000\text{ N}}{0.04\text{ m}^3\times 10\text{ N/kg}}=2.5\times 10^3\text{ kg/m}^3$ 。