



## 功的原理

日期: \_\_\_\_\_ 时间: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_



## 初露锋芒

数学家陈景润在大学读书时,生活极为简朴,他始终穿着一件黑色的学生装.由于家境贫寒,他经常一天吃两顿饭,为的是把省下的钱用来买书.他说:“饭可以不吃,书不可以不念.”他平时不看电影,不随便和人闲聊,全身心地投入学习当中.

那时,宿舍有按时熄灯的制度,他为了不影响别人休息,便把头埋在被窝里,打着手电筒看书.在进军“哥德巴赫猜想”时,他居住在6平方米的小屋里,演算全靠自己笔算.他演算的手稿有几麻袋.就这样,日复一日,年复一年,整整十年过去了,陈景润在1966年终于攻克了“(1+2)”这个堡垒.英国数学家哈勃斯丹和西德数学家李希特把陈景润的发现誉为“陈氏定理”,说它是“筛法”的“光辉顶点”.一位英国数学家写信称赞他:“您,移动了群山!”

学习目标& 重难点	1、知道功的原理,知道使用任何机械都不省功; 2、知道什么是有用功、额外功和总功; 3、理解机械效率及其影响因素; 4、理解机械效率的计算及公式。
	1、有用功、额外功和总功 2、机械效率的计算及公式



## 根深蒂固

### 知识点一、功的原理

使用任何机械都不省功。

- 1、功的原理对任何机械都适用。
- 2、使用机械可以省力，或省距离，或改变动力的方向，使用方便等好处。

### 知识点二、有用功、额外功、总功

**1、有用功：**为了达到某一目的而必须做的功。如提沙子上楼时对沙子做的功就是有用功。利用机械工作时对工作目的物做的功叫有用功。

**2、额外功：**人们对人们完成某件事情来说没有用，但又不得不做的功，如提沙子上楼时对桶、滑轮等做的功就是额外功。

**3、总功：**使用机械时，动力做的功，例如：用桶从井中打水。由于工作目的是水，所以对水做的功是有用功，对桶做的功是额外功，人在整个提水过程中做的功是总功。

知识点诠释：

1、总功是有用功与额外功之和，即  $W_{\text{有}} + W_{\text{额外}} = W_{\text{总}}$

2、额外功的产生是因为利用机械做功时，除了对工作目的物做功外，还要克服机械本身的摩擦力或重力做功。

### 知识点三、机械效率

为了表示有用功在总功中所占的比例，物理学中引入了机械效率，它等于有用功  $W_{\text{有}}$  与总功  $W_{\text{总}}$  之比，符号为  $\eta$ 。

1、公式为  $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$ ，式中  $\eta$  表示机械效率，它是一个百分数。 $\eta$  的值越大，表明有用功在总功中所占的比例越大，做功的效率越高。

2、 $\eta$  的值总小于 100%，由于机械本身的摩擦力或重力不可能为零，所以额外功总是存在的，即有用功总是小于总功。

#### 知识点四、机械效率的几个推导公式

求简单机械的机械效率是初中物理教学的重点内容，也是近年来中考的热点问题。由于计算中涉及到总功、有用功、额外功等抽象概念，特别是滑轮组的机械效率题目中，同一滑轮组在不同负载情况下机械效率不同，有用功在具体情况中的形式不同，隐含条件的渗入，以及特殊形式的滑轮组等等，在学习的过程中常感觉困惑，易造成错解。为了解决这类问题，同学们要搞清楚以下几点：

要对机械效率公式进行归类细化

根据对  $W_{总}$ 、 $W_{有用}$ 、 $W_{额外}$  的具体理解，可以将机械效率的定义式进行如下归类：

$$\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} = \begin{cases} \frac{Gh}{FS} = \frac{G_{物} \cdot h}{F \cdot nh} = \frac{Gh}{Gh + G_{动}h} = \frac{G}{G + G_{动}} & \text{① ② ③} \\ \frac{fS_{物}}{FS} = \frac{f}{nF} & \text{(水平方向)} \\ \frac{Gh}{FS} = \frac{Gh}{Gh + fL} & \text{(斜面方向)} \end{cases}$$

知识点诠释：

1、在竖直方向上， $G$  是物体重， $G_{动}$  是动滑轮重， $h$  是物体被提升的高度，也是动滑轮被提升的高度。∴

$W_{有用} = Gh$ ，若绳重及摩擦不计， $F$  是拉力， $S$  是拉力  $F$  移动的距离， $n$  是动滑轮上承担力的绳的段数。

$W_{额外} = G_{动}h$ ， $W_{总} = FS = Gh + G_{动}h$ ；①②③公式都适合。若是考虑绳重和摩擦力，用滑轮组把物体提升的高度  $h$ ，拉力  $F$  移动的距离  $S$ ，总满足  $S=nh$ ；只可用于①②。

2、在水平方向上，由于物体是匀速运动，滑轮组对物体的拉力  $F'$  与水平地面对物体的摩擦力  $f$  是一对平衡力，∴  $W_{有用} = F'S_{物} = fS_{物}$ ，即克服水平面对物体摩擦所做的功在数值上是等于有用功。

3、在斜面方向上， $f$  是物体与斜面之间的摩擦， $L$  是斜面的长，由于克服斜面对物体摩擦所做的功是额外功，所以  $W_{额外} = fL$ 。

## 知识点五、如何提高机械效率

$$\text{由 } \eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额}}} \text{ 可知:}$$

1、当 $W_{\text{有}}$ 一定时,减少 $W_{\text{额}}$ ,可提高效率。比如影响滑轮组效率的因素有:动滑轮和绳重;绳与轮之间的摩擦。所以,我们可以使用轻质材料做动滑轮或尽量减少动滑轮的个数;还可通过加润滑油来减少轴处的摩擦及使用较细的绳子等措施,以此来提高它的效率。

2、当 $W_{\text{额}}$ 一定时,增加 $W_{\text{有}}$ ,可适当提高机械效率。比如,对于同一滑轮组(额外功不变),增加所提物体的重, $\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$ 就会越大,机械效率就会越高。

总之,对于滑轮组而言,要提高效率,可增加有用功的同时尽量减小额外功。

### 3、机械效率与功率的区别

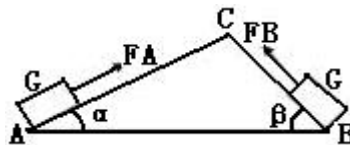
功率是表示机械做功的快慢,功率大只表示机械做功快;机械效率是表示机械对总功利用率高低的物理量,效率高只表示机械对总功的利用率高。因此,功率大的机械不一定机械效率高,如内燃机车的功率是4210W,但它的效率只有30—40%;而机械效率高的机械,它的功率不一定就大,如儿童玩具汽车的电动机效率可达80%,但功率只有几瓦。

4、机械效率的高低与机械是否省力无内在联系,不能认为越省力的机械效率就越高。



## 枝繁叶茂

【例1】图中是一个两面光滑的斜面,  $\angle \beta$  大于  $\angle \alpha$ , 同一个物体分别在 AC 和 BC 斜面受拉力匀速运动到 C 点, 所需拉力分别为  $F_A$ 、 $F_B$ , 所做功分别为  $W_A$ 、 $W_B$ , 则 ( )



- A.  $F_A = F_B$ ,  $W_A = W_B$       B.  $F_A < F_B$ ,  $W_A = W_B$   
C.  $F_A < F_B$ ,  $W_A < W_B$       D.  $F_A > F_B$ ,  $W_A > W_B$

【答案】B

【解析】斜面 AC 倾斜角度小于 AB, 所以物体沿 AC 运动时拉力较小, 使用任何机械都不省功, 所以拉力在两斜面上做功相同。

【总结升华】本题考查斜面的省力情况、物体做功的大小, 关键是知道接触面光滑, 摩擦力为 0, 使用任何机械都不省功。

## 举一反三：

【变式】骑自行车上坡的人常走“S”型路线，这样（ ）

- A. 可以省力、省功                      B. 不能省力、省功  
C. 不能省力，但可以省功              D. 能省力，但不能省功

【答案】D

【例 2】用一块长 5m 的木板，搭在离地面高 1.5m 的卡车车厢上，用它把重 1000N 的货物匀速拉到车上。若不计摩擦作用，人的拉力需多大？

【答案与解析】已知， $h=1.5\text{m}$ ， $L=5\text{m}$ ， $G=1000\text{N}$ ，利用斜面公式可直接求得所需拉力。

$$F = \frac{h}{L} \cdot G = \frac{1.5\text{m}}{5\text{m}} \times 1000\text{N} = 300\text{N}。$$

拉力是 300N。

【总结升华】实际使用中，由于物体与斜面存在摩擦力，所以题中所求出的拉力是理想化的。

## 举一反三：

【变式】使用滑轮组，在不考虑滑轮重及摩擦的情况下，动力做功 100 焦耳，物体上升 0.5 米，则此物体的重力是多少？

【答案与解析】由功的原理， $W_1=W_2$  得：100 焦耳 =  $G \times 0.5$  米

$$G = \frac{100\text{焦耳}}{0.5\text{米}} = 200\text{牛}$$

【例 3】做值日时，小阳将一桶水从一楼提到二楼。此过程中，关于做功的说法正确的是（ ）

- A. 对桶做的功是有用功  
B. 对水做的功是有用功  
C. 对水做的功是额外功  
D. 克服自身重力做的功是总功

【思路点拨】正确理解什么是有用功、额外功、总功；会在各种情况下判断该机械的有用功和额外功及总功。

【答案】B

【解析】小阳目的是提水，对水做的功为有用功，故 B 正确、C 错；

对桶做的功为额外功，故 A 错；

小阳把水、桶、自身提升做的功为总功，故 D 错。

【总结升华】本题考查了学生对有用功、总功、额外功的了解与掌握，区分时要从我们的目的出发分析判断。

**举一反三：**

【变式】工人用滑轮组把一箱箱货物从一楼提升到五楼，在滑轮组上加润滑油后，机械效率提高了，则加润滑油后工人提升同样的重物时，做功的（ ）

- A. 有用功减小，总功不变      B. 有用功增加，总功增加  
C. 有用功减小，总功减小      D. 有用功不变，总功减小

【答案】D

【例 4】关于机械效率，下列说法中正确的是（ ）

- A. 机械做功越快，机械效率越高  
B. 机械所做的总功越少，机械效率越高  
C. 机械做的有用功在总功中占的百分比越大，机械效率越高  
D. 使用机械时，所用动力跟物重的比值越小，机械效率越高

【思路点拨】区分机械效率及功率的概念，知道二者没有任何关系。

【答案】C

【解析】A、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，故此项不符合题意；

B、从机械效率公式可知，总功多，机械效率的大小还要看有用功的大小，故此项不符合题意；

C、总功包括有用功和额外功，有用功在总功中占比例越大，机械效率越高，故此项正确符合题意；

D、使用机械时，所用动力跟物重的比值与有用功占总功的比例没有关系，故此项说法不对，不符合题意。

【总结升华】该题考查学生对机械效率的理解，特别要注意功率与机械效率是两个不同的物理量，它们之间没有任何关系。

**举一反三：**

【变式】关于机械效率，下列说法正确的是

- A. 越省力的机械，机械效率越高  
B. 有用功多的机械，效率越高  
C. 额外功少的机械，机械效率高  
D. 总功一定时，有用功多的机械的效率

【答案】D

【例 5】如图所示，用滑轮组提升重物时，重 800N 的物体在 10s 内匀速上升了 1m。已知拉绳子的力 F 为 500N，则提升重物的过程中（ ）

- A. 做的有用功是 800J
- B. 拉力 F 的功率是 80W
- C. 绳子自由端被拉下 3m
- D. 滑轮组的机械效率是 60%

【答案】A 【解析】(1)  $W_{\text{有用}} = Gh = 800\text{N} \times 1\text{m} = 800\text{J}$ ，故 A 正确；

(2) 由图知  $n=2$ ， $s=2h=2 \times 1\text{m} = 2\text{m}$ ，故 C 错；

(3)  $W_{\text{总}} = Fs = 500\text{N} \times 2\text{m} = 1000\text{J}$ ， $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{1000\text{J}}{10\text{s}} = 100\text{W}$ ，故 B 错；

(4) 滑轮组的机械效率  $\eta = \frac{W_{\text{应用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{800\text{J}}{1000\text{J}} = 80\%$ ，故 D 错

举一反三：

【变式】用某一滑轮组提起某重物，滑轮组所做的额外功是总功的 25%，则此滑轮组的机械效率是（ ）

- A. 20%
- B. 25%
- C. 75%
- D. 80%

【答案】C

【例 6】在不计摩擦和绳子质量的情况下，分别使用定滑轮、动滑轮、滑轮组（两个定滑轮和两个动滑轮）匀速提升同一物体到同一高度处，其机械效率分别为  $\eta_{\text{定}}$ 、 $\eta_{\text{动}}$ 、 $\eta_{\text{组}}$ ，则下列选项正确的是

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

【答案】A

【解析】∵ 匀速提升同一物体到同一高度处，

∴ 三种情况下做的有用功相同，大小都为  $W_{\text{有用}}$ ；

∴ 不计绳子质量和摩擦，

∴ 使用滑轮做的额外功： $W_{\text{额}} = G_{\text{轮}} h$ ，

又 ∵ 使用定滑轮、动滑轮、滑轮组的动滑轮的个数为 0、1、2，

∴ 使用定滑轮、动滑轮、滑轮组做的额外功： $W_{\text{额}1} < W_{\text{额}2} < W_{\text{额}3}$ ，

∴  $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额}}$ ，

∴ 三种情况下做的总功： $W_{\text{定}} < W_{\text{动}} < W_{\text{组}}$ ，

∴  $\eta = W_{\text{有用}} / W_{\text{总}}$ ，

∴ 使用定滑轮、动滑轮、滑轮组的机械效率： $\eta_{\text{定}} > \eta_{\text{动}} > \eta_{\text{组}}$ 。



【例 7】一个工人用由一个定滑轮和一个动滑轮组成的滑轮组（不计摩擦和绳重），站在地上将 400N 重的货物经过 10s 匀速提高 4m，所用的拉力是 250N，求：

- (1) 这个工人做功的功率是多少？
- (2) 此时滑轮组的机械效率是多少？
- (3) 若把 800N 的重物提起，工人至少要用多大的拉力？

【答案与解析】

(1) 由一个定滑轮和一个动滑轮组成的滑轮组，又是站在地上往下拉，故可得知此滑轮组应有 2 段绳子在拉重物工人做功  $W=FS=250N \times 2 \times 4m=2000J$

$$\text{则 } P = \frac{W}{t} = \frac{2000J}{10s} = 200W$$

(2)  $W_{\text{有用}}=Gh=400N \times 4m=1600J$

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1600J}{2000J} = 80\%$$

(3) 不计绳重及摩擦，故有  $F = \frac{1}{2} (G_{\text{动}} + G_{\text{物}})$

拉 400N 重物用的拉力为 250N，则动滑轮重  $G_{\text{动}}=2F-G_{\text{物}}=2 \times 250N-400N=100N$

则拉 800N 重物时，拉力  $F = \frac{1}{2} (G_{\text{动}} + G_{\text{物}}') = \frac{1}{2} (100N+800N) = 450N$

【总结升华】本题是比较综合性的滑轮组试题，有不少隐藏条件需要在题目中去挖掘，对学生的要求较高。

举一反三：

【变式】某人用如图所示的滑轮组（不计摩擦）提升某一重物，所用拉力 F 为 200N，若滑轮组的机械效率为 80%。求（1）被提升的物重，（2）动滑轮重。

【答案与解析】

$$(1) \quad \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_{\text{物}} \cdot h}{Fs} = \frac{G_{\text{物}} \cdot h}{F \cdot nh} = \frac{G_{\text{物}}}{F \cdot 5}$$

$$\therefore G_{\text{物}} = \eta Fn = 80\% \times 200N \times 5 = 800N$$

$$(2) \quad W_{\text{额外}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}}$$

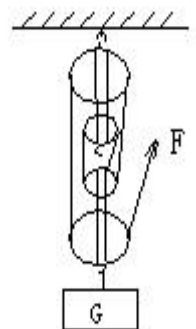
$$G_{\text{轮}} h = F \cdot S - G_{\text{物}} h$$

$$G_{\text{轮}} h = F \cdot nh - G_{\text{物}} h$$

$$G_{\text{轮}} = F \cdot n - G_{\text{物}}$$

$$= 200N \times 5 - 800N$$

$$= 200N$$



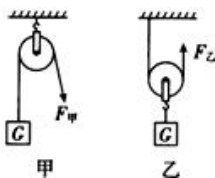




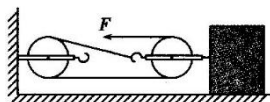
## 瓜熟蒂落

### 一、填空题

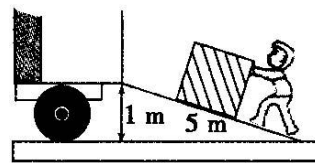
- 1、机械师设计制造的任何机械都遵循\_\_\_\_\_原理，使用机械的目的是省\_\_\_\_\_或者省\_\_\_\_\_，但不省\_\_\_\_\_。
- 2、在实际生产劳动中使用机械时，总要做一些额外功，原因是任何机械本身都有\_\_\_\_\_，并且机械零件与零件之间在发生相对运动时还存在着\_\_\_\_\_，所以任何机械的机械效率总是\_\_\_\_\_100%（选填“大于”或“小于”）。
- 3、要提高机械效率，关键在于减小\_\_\_\_\_功。我们可以用\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_减小摩擦，还可以通过简化\_\_\_\_\_结构，\_\_\_\_\_机械自重等方法，来提高机械效率。
- 4、斜面长 5m，高 1.5m，把重为 800N 的物体匀速推向斜面顶端。若斜面是光滑的，则推力为\_\_\_\_\_N，如果斜面不光滑，所用推力为 300N，则斜面的机械效率为\_\_\_\_\_。
- 5、如果是水桶掉在了水井里，需要把水桶捞上来。在将水桶捞上来的过程中，克服水的重力所做的功是\_\_\_\_\_功，克服桶的重力所做的功是\_\_\_\_\_功，人在整个捞桶过程中做的功是\_\_\_\_\_，由此可见，应该根据\_\_\_\_\_来判断有用功和额外功。
- 6、如图所示，用定滑轮和动滑轮分别将质量相同的甲、乙两物体匀速提升相同的高度，不计绳重与摩擦，且动滑轮重  $G_{\text{动}}$  小于物体的物重  $G$ ，甲图中拉力做的功为  $W_{\text{甲}}$ ，乙图中拉力做的功  $W_{\text{乙}}$ ，则所用的拉力  $F_{\text{甲}}$ \_\_\_\_\_  $F_{\text{乙}}$ （选填“>”、“<”或“=”，下同）， $W_{\text{甲}}$ \_\_\_\_\_  $W_{\text{乙}}$ ，其机械效率  $\eta_{\text{甲}}$ \_\_\_\_\_  $\eta_{\text{乙}}$ 。



- 7、小勇用如图所示滑轮组拉着物体匀速前进了 0.2 m，则绳子自由端移动的距离为\_\_\_\_\_m。若物体与地面的摩擦力为 9 N，则他所做的功是\_\_\_\_\_J。如果小勇对绳的拉力  $F=4$  N，该滑轮组的机械效率为\_\_\_\_\_ %。



8、斜面长 5m，高 1m，工人用沿斜面方向 400 N 的力把重 1600 N 的集装箱匀速推到车上，推力对集装箱做的功是\_\_\_\_\_J，斜面的机械效率是\_\_\_\_\_。



## 二、选择题

9、下列关于机械效率的说法中，正确的是 ( )

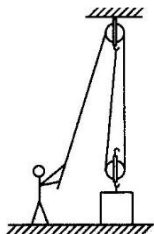
- A. 越省力的机械，其机械效率越高
- B. 做的有用功越多，机械效率就越高
- C. 做的总功越少，机械效率就越高
- D. 额外功在总功中占的比例越小，机械效率越高

10、甲、乙、丙三台机器，它们的机械效率大小是， $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}} < \eta_{\text{丙}}$ 。用它们分别把同一物体提高相同高度，

下列说法中你认为正确的是 ( )

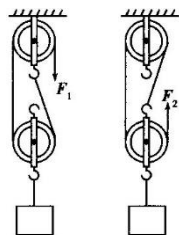
- A.  $W_{\text{总甲}} > W_{\text{总乙}} > W_{\text{总丙}}$
- B.  $W_{\text{总甲}} < W_{\text{总乙}} < W_{\text{总丙}}$
- C.  $W_{\text{总甲}} = W_{\text{总乙}} = W_{\text{总丙}}$
- D. 无法判断

11、如图所示，工人用滑轮组吊起质量为 40 kg 的箱子，工人施加的拉力为 250 N，箱子被匀速竖直提升了 2 m，不计绳重和摩擦，取  $g=10 \text{ N/kg}$ ，则滑轮组的机械效率为 ( )



- A. 62.5%
- B. 100%
- C. 80%
- D. 50%

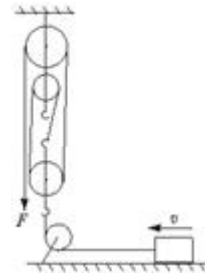
12、小明用两个相同的滑轮组成不同的滑轮组(如图所示)，分别将同一物体匀速提高到相同高度，滑轮组的机械效率分别为 $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 。下列关系正确的是(忽略绳重及摩擦) ( )



- A.  $F_1 > F_2$ ,  $\eta_1 = \eta_2$
- B.  $F_1 > F_2$ ,  $\eta_1 > \eta_2$
- C.  $F_1 < F_2$ ,  $\eta_1 = \eta_2$
- D.  $F_1 < F_2$ ,  $\eta_1 > \eta_2$

13、利用如图所示的滑轮组，拉一金属块在水平地面上以  $0.1\text{m/s}$  的速度匀速运动，若动滑轮重  $15\text{N}$ ，金属块受重力  $105\text{N}$ ，地面对金属块的摩擦力是  $15\text{N}$ （不计绳重和滑轮组摩擦），则（ ）

- A. 绳子自由端拉力  $F$  是  $10\text{N}$
- B. 绳子自由端拉力  $F$  是  $40\text{N}$
- C. 拉力  $F$  的功率是  $3\text{W}$
- D. 拉力  $F$  的功率是  $12\text{W}$



14、下列措施中可以提高机械效率的是（ ）

- A. 增大物体提升的高度
- B. 改变绳子的绕法，使滑轮组最省力
- C. 减少动滑轮的个数
- D. 增大被提升的物体的质量

### 三、实验与计算题

15、在物理课上，同学们通过实验对斜面的机械效率进行探究。其中一组同学研究“斜面的倾斜程度跟机械效率的关系”。下表是他们的部分实验数据。

实验序号	斜面倾角 $q / ^\circ$	木块重 $G/\text{N}$	拉力 $F/\text{N}$	斜面高 $h/\text{cm}$	斜面长 $S/\text{cm}$	机械效率 $\eta/\%$
1	10	2	0.6	10	57.6	57.9
2	15	2	0.8	10	38.6	64.8
3	20	2	1.0	10	29.2	68.5
4	25	2	1.1	10	24.0	75.8
5	30	2	1.2	10	20.0	83.3

析表中的数据，可以知道：

- ①斜面的机械效率跟斜面倾角（倾斜程度）的关系是\_\_\_\_\_；
- ②实验中，拉力做的有用功\_\_\_\_\_（填“相等”或“不相等”）；
- ③实验中，随着斜面倾角的增大，拉力做的总功\_\_\_\_\_（填“增加”、“不变”或“减少”）；
- ④额外功减少的原因是\_\_\_\_\_；

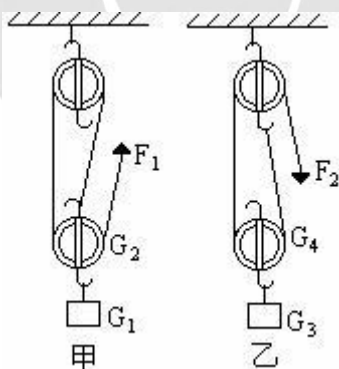
(2)进而可以有如下推论：

- ①木块受到的摩擦力跟斜面倾角的关系是\_\_\_\_\_；
- ②从影响滑动摩擦力大小因素方面分析，在实验中，摩擦力的大小发生变化的原因是\_\_\_\_\_。

16、用滑轮组匀速提升重为  $2000\text{N}$  的物体，作用在绳子自由端的拉力大小为  $625\text{N}$ ，拉力做功的功率为  $1250\text{W}$ ，滑轮组的机械效率为  $80\%$ ，不计摩擦与绳重，求：

- (1)重物上升的速度；
- (2)本滑轮组用几段绳子悬挂动滑轮？

17、如图所示的两个滑轮组。已知图甲中的物重  $G_1$  与动滑轮  $G_2$  之比为  $G_1 : G_2 = 5 : 1$ ；图乙中的物重  $G_3$  与动滑轮重  $G_4$  之比为  $G_3 : G_4 = 6 : 1$ 。两个物体重力之比  $G_1 : G_3 = 3 : 2$ 。若不计摩擦，求：



- (1)甲、乙两图中的滑轮组效率之比  $\eta_{\text{甲}} : \eta_{\text{乙}}$ ；
- (2)将物体匀速拉起时，绳子的拉力  $F_1$ 、 $F_2$  之比。

### 【答案与解析】

#### 一、填空题

- 1、【答案】功的，力，距离，功
- 2、【答案】重力、摩擦、小于
- 3、【答案】额外，滚动摩擦代替滑动摩擦，加注润滑剂，机械，减少

【解析】机械做功就要做额外功，额外功主要包括机械自身的重力和零件的摩擦，机械效率总小于 1。

- 4、【答案】240，80%
- 5、【答案】额外、有用、总功 完成事情的目的
- 6、【答案】>；<；>

## 【解析】

(1) ∵ 不计绳重和摩擦，

而甲图是定滑轮，

∴ 绳子自由端的拉力  $F_{\text{甲}} = G$ ；

而乙是动滑轮，

∴ 绳子自由端的拉力  $F_{\text{乙}} = \frac{1}{2}(G + G_{\text{动}})$ ；

由于  $G_{\text{动}} < G$ ，所以  $G + G_{\text{动}} < G + G$ ，即  $\frac{1}{2}(G + G_{\text{动}}) < G$ ；

因此， $F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}}$

(2) ∵ 甲图和乙图所提升的物体的质量相同，并且提升相同的高度，

∴ 由公式  $W_{\text{有用}} = Gh = mgh$  可知，在甲图和乙图中所做的有用功相同；

而在不计绳重和摩擦时，使用定滑轮不需要做额外功，使用动滑轮，

由于要克服动滑轮的重力做额外功；由公式  $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$  可知， $W_{\text{甲}} < W_{\text{乙}}$

(3) 在不计绳重和摩擦时，使用定滑轮不需要做额外功，因此甲的机械效率为100%；

而使用动滑轮，由于要克服动滑轮的重力做额外功，所以乙的机械效率小于100%；

所以  $\eta_{\text{甲}} > \eta_{\text{乙}}$

7、【答案】0.6    1.8    75

【解析】有3段绳，所以绳子自由端移动的距离是  $s = 0.2 \times 3\text{m} = 0.6\text{m}$ 。

拉力  $F = \frac{1}{3}F_{\text{摩}} = 3\text{N}$ ，他所做的功形： $W = Fs = 3\text{N} \times 0.6\text{m} = 1.8\text{J}$ 。

当拉力是4N时，有用功是  $W_{\text{有用}} = F_{\text{摩}}s = 9\text{N} \times 0.2\text{m} = 1.8\text{J}$ ，

总功  $W_{\text{总}} = Fs = 4\text{N} \times 0.6\text{m} = 2.4\text{J}$ ，故机械效率： $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1.8\text{J}}{2.4\text{J}} = 75\%$ 。

8、【答案】2000    80%

【解析】推力对集装箱做的功是总功： $W_{\text{总}} = Fl = 400\text{N} \times 5\text{m} = 2000\text{J}$ ，

$W_{\text{有用}} = Gh = 1600\text{N} \times 1\text{m} = 1600\text{J}$ ， $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1600\text{J}}{2000\text{J}} = 80\%$

## 二、选择题

9、【答案】D

【解析】机械效率的高低是由有用功和总功两个因素共同决定的，等于有用功跟总功的比值。额外功在总功中占的比例越小，则有用功在总功中占的比例越大，所以机械效率越高。

10、【答案】A

【解析】把同一物体提高相同高度，所做的有用功相同；而机械效率  $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}} < \eta_{\text{丙}}$ ，则说明总功的关系为

$W_{\text{总甲}} > W_{\text{总乙}} > W_{\text{总丙}}$ 。

11、【答案】C

【解析】  $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{mgh}{F \times 2h} = \frac{40\text{kg} \times 10\text{N/kg} \times 2\text{m}}{250\text{N} \times 2 \times 2\text{m}} = 80\%$

12、【答案】A

【解析】对于竖直悬挂的滑轮组，在不考虑摩擦和绳重时，拉力  $F = \frac{G_{物} + G_{动}}{n}$ ， $n_1 < n_2$ ，故  $F_1 > F_2$ ；机

械效率  $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} = \frac{G_{物}}{G_{物} + G_{动}}$ ，故  $\eta_1 = \eta_2$ 。

13、【答案】AC

【解析】

解：由图可知，滑轮组承担摩擦力的绳子股数是3。

所以绳子自由端拉力： $F = \frac{G_{动} + f}{3} = \frac{15\text{N} + 15\text{N}}{3} = 10\text{N}$ ，

绳子自由端的速度： $V = 3V' = 3 \times 0.1\text{m/s} = 0.3\text{m/s}$ ，

拉力F的功率： $P = FV = 10\text{N} \times 0.3\text{m/s} = 3\text{W}$ 。

14、【答案】CD

【解析】增加提升高度的时候，绳端被拉升的距离也变长了，根据  $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} = \frac{Gh}{FS} = \frac{Gh}{F \cdot nh} = \frac{G}{nF}$  可知机械效率并不受影响，故 A 错；

B、改变绕绳方式，对重物被拉升没有影响，即对有用功没影响；对动滑轮的拉升、动滑轮转动时的摩擦也没有影响，即不影响额外功，所以改变绕绳方式不影响机械效率，故 B 错；

C、减少动滑轮个数，可以减少额外功，所以在有用功一定的情况下可以提高滑轮组的机械效率，所以该说法正确；

D、增加重物的重力，在动滑轮、摩擦不变的情况下，即额外功不变的情况下，有用功增加了，所以机械效率就提高了，故本项符合题意。

### 三、实验与计算题

15、【答案】

(1)①倾角越大，机械效率越高；②相等；③减少；④木块受到的摩擦力变小了。

(2)①倾角越大，摩擦力越小；②木块对斜面的压力变小了。

16、【答案】(1)重物上升的速度为 0.5m/s。(2)  $n=4$ 。

【解析】本题是初中阶段机械效率和功率以及做功相结合的很难的题目，本题使用了公式变形推导，还使用了设未知物理量的解题方法。不论多难的题目，只要涉及到机械效率，就必须先搞清楚什么是有用功，什么是总功，(1)：总功  $W_{总}$  是拉力 F 所做的功，即可以用  $FS$  求出，也可以由拉力做功的功率求出，在 t 时间内，

则  $W_{\text{总}} = Pt$ 。而有用功则是克服物重所做的功， $W_{\text{有用}} = Gh$ ；而  $v$  为重物上升的速度，即我们要解答的问题，

$W_{\text{有用}} = Gh = Gvt$ ，比较两个总功表达式，结合机械效率的公式；得到如下解题

过程：

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gvt}{Pt} = \frac{Gv}{P},$$

滑轮组的机械效率

$$v = \frac{P\eta}{G} = \frac{1250W \times 80\%}{2000N} = 0.5m/s$$

则：重物上升的速度为  $0.5m/s$ 。

第 2 问的突破口是：如何确定悬挂动滑轮绳子的段数，本来最简单方法就是看图，数数有几根绳悬挂动滑轮即可，而本题连图都没有，显然不行。我们不要忘记在滑轮组题目中永远隐含的条件是物体升高的距离  $h$  与拉力  $F$  移动距离  $S$  之间满足  $S=nh$ ，再考虑绳子自由端的移动和重物上升所用时间相同，就可以得到绳端，即拉力运动的速度  $v' = nv$

$$P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{FS}{t} = Fv'$$

拉力做功的功率：

$$v' = \frac{P}{F} = \frac{1250W}{625N} = 2m/s.$$

绳端即拉力运动的速度：

绳端前进的速度  $v'$  是重物上升速度  $v$  的 4 倍，说明重物是被 4 根绳拉住。

17、【答案】(1)滑轮组效率之比为：35:36

(2)绳子的拉力之比为：  $F_1 : F_2 = 36 : 35$ 。

【解析】本题的难度在于所有数据都是比例值，关键是要分清楚有用功、总功以及公式推导变形，本题还是可以轻松解答。图甲中的滑轮组，有用功是使重物  $G_1$  上升所做的功，由于不考虑摩擦总功则是使  $G_1$ 、 $G_2$  同时上升所做的功。 $G_1$  与  $G_2$  相连，上升的高度相同。设重物上升  $h$  米，则有用功  $W_{\text{有用}} = G_1 h$ ，总功为

$$W_{\text{总}} = (G_1 + G_2)h, \text{ 机械效率为 } \eta_{\text{甲}} = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_1 h}{(G_1 + G_2)h} = \frac{G_1}{G_1 + G_2};$$

$$\text{由 } G_1 : G_2 = 5 : 1, \text{ 得 } G_1 = 5G_2, \text{ 代入上式, 得 } \eta_{\text{甲}} = \frac{5G_2}{6G_2} = \frac{5}{6};$$

同理，可得  $\eta_{\text{乙}} = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_3}{G_3 + G_4}$ ；将  $G_3 : G_4 = 6 : 1$ ，即  $G_3 = 6G_4$  代入得  $\eta_{\text{乙}} = \frac{6}{7}$ ；由此可知，两个滑轮组的



机械效率之比为： $\frac{\eta_{\text{甲}}}{\eta_{\text{乙}}} = \frac{5/6}{6/7} = \frac{35}{36}$ 。

两个滑轮组的连接方式不同，图甲中的拉力  $F_1$  为滑轮与重物重力之和的  $1/3$ ，即  $F_1 = \frac{G_1 + G_2}{3}$ 。图乙

中的拉力  $F_2$  为滑轮与重重力之和的  $1/2$ ，即  $F_2 = \frac{G_3 + G_4}{2}$ 。将  $G_1 = 5G_2$ ， $G_3 = 6G_4$  的关系代入，有  $F_1 = \frac{2}{5}G_1$ ，

$$F_2 = \frac{7}{12}G_3。$$

由此得出  $F_1 : F_2 = \frac{\frac{2}{5}G_1}{\frac{7}{12}G_3}$ ，将  $G_1 : G_3 = 3 : 2$  代入，得  $F_1 : F_2 = \frac{\frac{3}{5}}{\frac{7}{12}} = \frac{36}{35}$ 。

