**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：**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有+W额外=W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。

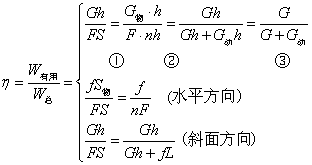
**知识点三、机械效率**

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有与总功W总之比，符号为η。   
 1、公式为，式中η表示机械效率，它是一个百分数。η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、η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、、的具体理解，可以将机械效率的定义式进行如下归类：



**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。∴ ，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。，；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，∴ ，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 。



**知识点五、如何提高机械效率**

由η＝＝可知:

1、当W有一定时,减少W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额一定时,增加W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, 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。

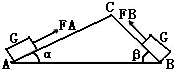
3、机械效率与功率的区别

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，∠β大于∠α，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FA、FB，所做功分别为WA、WB，则（　　）



A．FA=FB，WA=WB  B．FA＜FB，WA=WB

C．FA＜FB，WA＜WB D．FA＞FB，WA＞WB

【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：

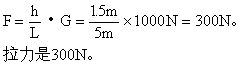
【变式】骑自行车上坡的人常走“S”型路线，这样（　　）

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＝1.5m，L＝5m，G＝1000N，利用斜面公式可直接求得所需拉力。

**【**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，W1＝W2得：100焦耳＝G×0.5米

http://zyk1.zyjjw.com.cn/RESOURCE/CZ/CZWL/DGJC/LXE/GONG/_OLE621.JPG

【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高

【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．D滑轮组的机械效率是60%

【答案】A【解析】（1）W有用=Gh=800N×1m=800J，故A正确；

（2）由图知n=2，s=2h=2×1m=2m，故C错；

（3）W总=Fs=500N×2m=1000J，，故B错；

（4）滑轮组的机械效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η定、η动、η组,则下列选项正确的是

A.η组<η动<η定 B. η定<η动<η组

C. η动<η定<η D. η定<η组<η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有用；

∵不计绳子质量和摩擦，

∴使用滑轮做的额外功：W额=G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额1＜W额2＜W额3，

∵W总=W有用+W额，

∴三种情况下做的总功：W定＜W动＜W组，

∵η= W有用/W总，

∴使用定滑轮、动滑轮、滑轮组的机械效率：η定＞η动＞η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×2×4m=2000J

则

（2）W有用=Gh=400N×4m=1600J



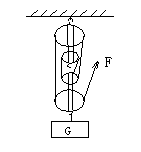
（3）不计绳重及摩擦，故有F=（G动+G物）

拉400N重物用的拉力为250N，则动滑轮重G动=2F-G物=2×250N-400N=100N

则拉800N重物时，拉力F=（G动+G物′）=（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. ∴



(2)  
　　  
　　  
　　  
　　北京四中网校www.etiantian.com



 瓜熟蒂落

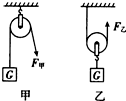
1. 填空题

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\_\_\_\_\_。

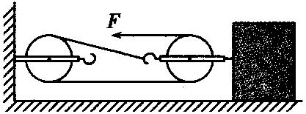
2、在实际生产劳动中使用机械时，总要做一些额外功，原因是任何机械本身都有 ，并且机械零件与零件之间在发生相对运动时还存在着 ，所以任何机械的机械效率总是 100%（选填“大于”或“小于”）。

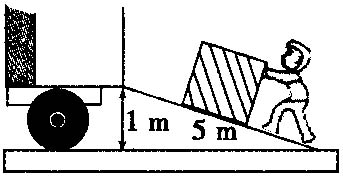
1. 要提高机械效率，关键在于减小\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_功。我们可以用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_\_\_减小摩擦，还可以通过简化\_\_\_\_结构，\_\_\_\_机械自重等方法，来提高机械效率。
2. 斜面长5m，高1.5m，把重为800N的物体匀速推向斜面顶端。若斜面是光滑的，则推力为\_\_\_\_N，如果斜面不光滑，所用推力为300N，则斜面的机械效率为\_\_\_\_。
3. 如果是水桶掉在了水井里，需要把水桶捞上来。在将水桶捞上来的过程中，克服水的重力所做的功是\_\_\_\_\_\_\_功，克服桶的重力所做的功是\_\_\_\_\_\_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动小于物体的物重G，甲图中拉力做的功为W甲，乙图中拉力做的功W乙，则所用的拉力F甲 F乙（选填“＞”、“＜”或“=”，下同），W甲 W乙，其机械效率η甲 η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

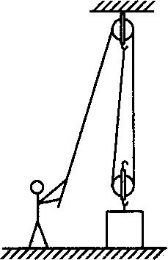
D．额外功在总功中占的比例越小，机械效率越高

10、甲、乙、丙三台机器，它们的机械效率大小是，．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． B．

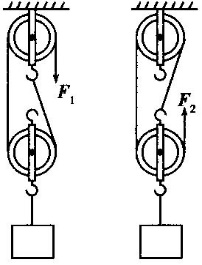
C． D．无法判断

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 N/kg，则滑轮组的机械效率为 ( )



A．62.5% B．100% C．80% D．50%

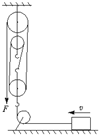
12、小明用两个相同的滑轮组成不同的滑轮组(如图所示)，分别将同一物体匀速提高到相同高度，滑轮组的机械效率分别为、。下列关系正确的是(忽略绳重及摩擦) ( )



A．F1＞F2， B．F1＞F2，

C．F1＜F2， D．F1＜F2，

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

A．绳子自由端拉力F是10N

B．绳子自由端拉力F是40N

C．拉力F的功率是3W

D．拉力F的功率是12W

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

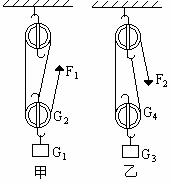
15、在物理课上，同学们通过实验对斜面的机械效率进行探究。其中一组同学研究“斜面的倾斜程度跟机械效率的关系”。下表是他们的部分实验数据。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验序号 | 斜面倾角q / ° | 木块重G/N | 拉力 F/N | 斜面高 h/cm | 斜面长 S/cm | 机械效 率h/% |
| 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\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
　　⑵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2000N的物体，作用在绳子自由端的拉力大小为625N，拉力做功的功率为1250W，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。已知图甲中的物重与动滑轮之比为；图乙中的物重与动滑轮重之比为。两个物体重力之比。若不计摩擦，求：  
　　　　　　　　　　　　　　　　   
　　(1)甲、乙两图中的滑轮组效率之比；  
　　(2)将物体匀速拉起时，绳子的拉力、之比。



【答案与解析】

1. 填空题

1、【答案】功的，力，距离，功

2、【答案】重力、摩擦、小于

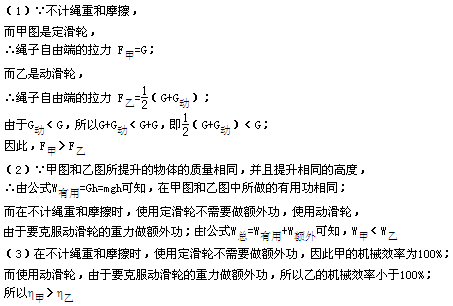
3、【答案】额外，滚动摩擦代替滑动摩擦，加注润滑剂，机械，减少

【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】



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。

拉力，他所做的功形：。

当拉力是4N时，有用功是，

总功，故机械效率：。

8、【答案】2000 80％

【解析】推力对集装箱做的功是总功：400 N×5 m＝2000 J，

1600 N×1 m＝1600 J，

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，则说明总功的关系为。

11、【答案】C

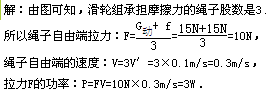
【解析】 北京四中网校www.etiantian.com

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，，故；机械效率，故。

13、【答案】AC

【解析】



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，根据北京四中网校www.etiantian.com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】  
　　⑴①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。  
　　⑵①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。而有用功则是克服物重所做的功，;而v为重物上升的速度，即我们要解答的问题， ，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：   
　　滑轮组的机械效率，  
　　.   
　　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  
　　拉力做功的功率：，  
　　绳端即拉力运动的速度：=2m/s。  
　绳端前进的速度是重物上升速度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：。  
　　【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，有用功是使重物上升所做的功，由于不考虑摩擦总功则是使、同时上升所做的功。与相连，上升的高度相同。设重物上升h米，则有用功，总功为，机械效率为；  
　　由，得，带入上式，得；  
同理，可得；将，即代入得；由此可知，两个滑轮组的机械效率之比为：。  
　　两个滑轮组的连接方式不同，图甲中的拉力为滑轮与重物重力之和的1/3，即=。图乙



中的拉力为滑轮与重重力之和的1/2，即=。将，的关系代入，有，。  
　　由此得出，将代入，得。

