

实验 15 测量滑轮组的机械效率

基础考点梳理

1. 实验目的、原理、方法

(1) 实验目的：探究影响影响滑轮组机械效率与哪些因素有关。

(2) 实验原理： $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{Fs} \times 100\%$ 。

(3) 实验方法：控制变量法。

2. 实验器材：钩码、滑轮组、铁架台、细线、弹簧测力计、刻度尺。

(1) 钩码：提供物体重力。

(2) 刻度尺：测量物体移动的距离。

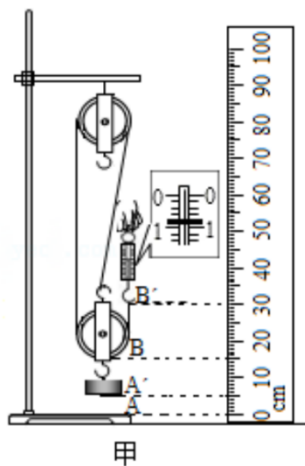
(3) 铁架台：安装滑轮组。

(4) 细线：连接实验。

(5) 弹簧测力计：测量拉力大小。

(6) 滑轮组：实验对象。

3. 实验步骤及图像



步骤①如图组装滑轮组。

步骤②将钩码挂在滑轮组下方，记录下所挂钩码的重力，用弹簧测力计竖直拉住绳子自由端，记录弹簧测力计的示数。

步骤③将刻度尺放在如图所示的位置，分别记录下钩码和绳子自由端的起始位置。

步骤④用弹簧测力计匀速拉动绳子自由端，使物体匀速上升一段距离，记录弹簧测力计的读数，并记录物体上升后所达到的末位置以及绳子自由端上升到的末位置。

步骤⑤根据测量数据，分别计算出钩码上升的距离 h 和绳子自由端移动的距离 s ，然后根据 $W_{\text{有用}} = Gh$ 和 $W_{\text{总}} = Fs$ 计算机械效率。

$W_{\text{总}} = F s$ 计算出有用功和总功，按 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{Fs} \times 100\%$ 计算该滑轮组的机械效率。

步骤⑥改变所挂钩码的重力，重复以上实验步骤。

步骤⑦钩码重力不变，改变动滑轮个数重复上述实验步骤。

步骤⑧整理实验器材。

4. 实验结论及应用

- (1) 滑轮组机械效率与物体重力和动滑轮的个数有关。
- (2) 同一滑轮组，提起的物重越重，滑轮组的机械效率越高。
- (3) 不同的滑轮组机械效率不同，且在物重相同时，动滑轮越重，滑轮组的机械效率越低。

5. 实验补充

(1) 定滑轮和动滑轮组合在一起的装置叫做滑轮组；使用滑轮组既可以省力，又可以改变力的方向，但要费距离。

(2) 使用滑轮组时，滑轮组用几段绳子吊着物体，提起物体所用的力就是物重的几分之一，即动力 $F = \frac{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}{n}$ 若忽略滑轮重，则有 $F = \frac{G_{\text{物}}}{n}$ ；其中 n 为承担物重的绳子的段数。

(3) 用滑轮组提升物体时，虽然省了力，但是费了距离，滑轮组有几段绳子吊着物体，绳子自由端移动的距离就是重物升高距离的几倍；设物体升高的距离为 h ，则绳子自由端移动的距离为 $s = nh$ (n 表示承担物重的绳子的段数)。

(4) 使用滑轮组时（忽略摩擦阻力）：滑轮组用几段绳子吊着物体，提起物体所用的力就是物重的几分之一，即动力 $F = \frac{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}{n}$ ；若忽略滑轮重，则有 $F = \frac{G_{\text{物}}}{n}$ ；其中 n 为承担物重的绳子的段数。

其中： F —拉力， $G_{\text{动}}$ —动滑轮的重力， $G_{\text{物}}$ —被提升物体的重力， n —吊住动滑轮绳子的段数。

(5) 使用动滑轮时，条件不同，拉力的计算方法也不同

①物体在竖直方向上运动时：当动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下，拉力等于物体重力的 n 分之一；当绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下，拉力等于物体和动滑轮重力之和的 n 分之一；实际情况下，动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦都无法忽略不计，那么拉力等于物体重力除以 n 和机械效率的乘积。

②物体在水平面上运动时：当动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下，拉力等于物体所受摩擦力的 n 分之一；当绳重和滑轮与绳之间的摩擦不计的情况下，拉力等于物体所受摩擦力的 n 分之一；实际情况下，动滑轮重、绳重和滑轮与绳之间的摩擦都无法忽略不计，那么拉力等于物体所受摩擦力除以 n 和机械效率的乘积。（注： n 为滑轮的股数）。

6. 常考实验问题

- (1) 实验中应沿竖直方向 匀速 拉动弹簧测力计。
- (2) 通过实验数据可得出：使用同一滑轮组提升相同重物，滑轮组的机械效率与重物上升 高度 无关。
- (3) 通过实验数据可得出：同一滑轮组提升的物体越 重，滑轮组机械效率越 高。
- (4) 通过实验数据可得出：不同滑轮组提升相同重物，动滑轮越重机械效率 越小。
- (5) 通过该实验我们可以得知：增大物重或减少动滑轮的重力 可以提高滑轮组的机械效率。
- (6) 实验中改变钩码的数量，改变动滑轮的个数进行多次实验的目的是什么？

答：改变钩码个数、改变动滑轮的个数从而获得多组数据，这样可以避免一组数据的偶然性，更能得出普遍性规律。

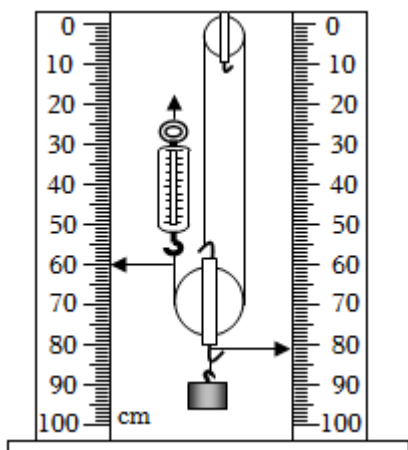
- (7) 同一滑轮组：绕线方法 和 重物提升高度不影响 滑轮机械效率。

精选真题汇编

1. (2023•湘潭) 用图所示装置测量滑轮组的机械效率，部分实验数据如下表：

实验次数	钩码重力 G/N	钩码上升高度 h/cm	拉力 F/N	绳子自由端移动距离 s/cm	机械效率 η
1	2.0	5	1.0	15	66.7%
2	4.0	5	1.8	15	74.1%
3	4.0	10	1.8	30	74.1%
4	6.0	5	2.5	15	

- (1) 实验过程中，缓慢竖直拉动弹簧测力计，使钩码向上做 匀速直线 运动。第 1 次实验时，钩码上升的时间为 3s，此过程中，绳子自由端上升的速度为 0.05 m/s。
- (2) 第 4 次实验时所做的有用功为 0.3 J，滑轮组的机械效率是 80 %。
- (3) 分析 1、2、4 次实验的数据可知，使用同一滑轮组提升重物时，重物重力越 大 (选填“大”或“小”)，滑轮组的机械效率越高；分析 2、3 次实验的数据可知，滑轮组的机械效率与钩码上升的高度 无关 (选填“有关”或“无关”)。
- (4) 用滑轮组提升重物时，下列选项中也可提高机械效率的是 A。
- A. 换用更轻的动滑轮
- B. 加快提升物体的速度



【答案】（1）匀速直线；0.05；（2）0.3；80；（3）大；无关；（4）A。

【解答】解：（1）实验过程中，缓慢竖直拉动弹簧测力计，使钩码向上做匀速直线运动。第1次实验时，钩码上升的时间为3s，此过程中，绳子自由端上升的速度为： $v = \frac{s}{t} = \frac{15\text{cm}}{3\text{s}} = \frac{0.15\text{m}}{3\text{s}} = 0.05\text{m/s}$ 。

（2）第4次实验时所做的有用功为： $W_{\text{有}} = Gh = 6.0\text{N} \times 0.05\text{m} = 0.3\text{J}$ ； $W_{\text{总}} = Fs = 2.5\text{N} \times 0.15\text{m} = 0.375\text{J}$ ；

滑轮组的机械效率为： $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{0.3\text{J}}{0.375\text{J}} = 80\%$ 。

（3）分析1、2、4次实验的数据可知，使用同一滑轮组提升重物时，重物重力越大，滑轮组的机械效率越高；

分析2、3次实验的数据可知，滑轮组的机械效率与钩码上升的高度无关。

（4）A．换用更轻的动滑轮，所做的额外功越少，机械效率越高，故A符合题意；

B．加快提升物体的速度。机械效率不变，故B不符合题意。

故选：A。

故答案为：（1）匀速直线；0.05；（2）0.3；80；（3）大；无关；（4）A。

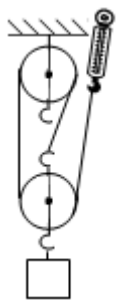
2. （2023•怀化）提高机械效率能够充分发挥机械设备的作用，一组同学在“测量滑轮组的机械效率”实验中，实验测得的数据如表所示。

次数	物体的重力 G/N	提升的高度 h/m	拉力 F/N	绳端移动的距离 s/m	机械效率 η
1	2	0.1	1	0.3	66.7%
2	3	0.1	1.4	0.3	71.4%
3	4	0.1	1.8	0.3	
4	4	0.2	1.8	0.6	74.1%

(1) 实验中应尽量竖直向上 匀速 (选填“匀速”或“加速”) 拉动弹簧测力计。

(2) 计算出第 3 组实验的有用功 0.4 J, 机械效率是 74.1% (结果精确到 0.1%)。

(3) 分析比较第 1、2、3 次实验数据可以判定, 使用同一个滑轮组提升物体时, 被提升的物体越重, 滑轮组的机械效率 越高 (选填“越高”或“越低”或“不变”); 分析比较第 3、4 次实验数据可得, 机械效率与物体上升的高度 无关 (选填“有关”或“无关”)。



【答案】(1) 匀速; (2) 0.4; 74.1%; (3) 越高; 无关

【解答】解:

(1) 实验中应沿竖直方向匀速缓慢拉动弹簧测力计, 系统处于平衡状态, 拉力大小才等于测力计示数;

(2) 根据第 3 次实验数据可知, 有用功为: $W_{\text{有}} = Gh = 4\text{N} \times 0.1\text{m} = 0.4\text{J}$;

总功为: $W_{\text{总}} = Fs = 1.8\text{N} \times 0.3\text{m} = 0.54\text{J}$;

第 3 次实验的机械效率: $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{0.4\text{J}}{0.54\text{J}} \approx 74.1\%$;

(3) 比较第 1、2、3 次实验数据可知, 提升高度相同, 绳子自由端移动的距离相同, 说明使用的是同一滑轮组, 但物重不同, 且物重越大, 滑轮组的机械效率越高;

分析比较第 3、4 次实验数据可知, 使用相同的滑轮组提升相同的物体, 物体上升的高度不同, 机械效率相同, 这说明机械效率与物体上升的高度无关。

故答案为: (1) 匀速; (2) 0.4; 74.1%; (3) 越高; 无关。

3. (2021•遂宁) 涪江六桥建筑工地上矗立的塔吊, 是用电动机来带动滑轮组提升重物的设备。如何提高滑轮组机械效率, 节约电能呢? 为此同学们进行了“影响滑轮组机械效率因素”的实验探究, 用到的装置如图, 实验数据记录如下表所示:

实验次数	钩码重 G/N	钩码上升 高度 h/m	绳端拉力 F/N	绳端移动 距离 s/m	机械效率 η
1	2	0.1	1.2	0.3	55.6%
2	2	0.2	1.2	0.6	55.6%

3	4	0.1	1.9	0.3	70.2%
4	4	0.1	1.3	0.5	61.5%

(1) 实验中应沿竖直方向 匀速 拉动弹簧测力计。

(2) 分析表中数据可知：第 4 次实验是用 丙 图所示装置来完成的。

(3) 通过比较 1、2 两次实验数据可得出：使用同一滑轮组提升相同重物，滑轮组的机械效率与重物上升高度无关。

(4) 通过比较 1、3 两次实验数据可得出：同一滑轮组提升的物体越重，滑轮组机械效率越高（填实验次数的序号）。

(5) 通过比较 3、4 两次实验数据可得出：不同滑轮组提升相同重物，动滑轮越重机械效率越小。

(6) 为提高滑轮组机械效率节约电能，根据以上结论和生活经验，你建议可采取的措施有（多选）

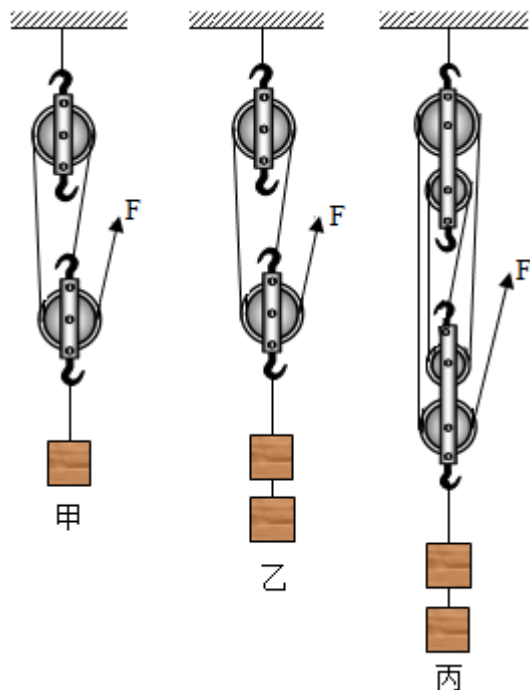
ABC。

A.减轻动滑轮重

B.增加所提物体重

C.机械加润滑油

D.增加重物上升高度



【答案】(1) 匀速；(2) 丙；(4) 1、3；(6) ABC。

【解答】解：(1) 为了准确测出滑轮组的机械效率，应使弹簧测力计沿竖直方向做匀速直线运动；

(2) 在第四次实验中， $s=0.5\text{m}$ ， $h=0.1\text{m}$ ，由 $s=nh$ 可得 $n=5$ ，即承担物重的绳子股数 $n=5$ ，所以第 4 次实验是用丙图所示装置来完成的；

(4) 1、3 两次实验， $s=0.3\text{m}$ ， $h=0.1\text{m}$ ，由 $s=nh$ 可得 $n=3$ ，使用同样的滑轮组，即使用的甲、乙两图，通过得出的实验数据可知提升的物体重力越大，滑轮组的机械效率越高，得出结论：同一滑轮组提升的物体越重，滑轮组机械效率越高；

(6) 要提高滑轮组的机械效率，可以：

A、减轻动滑轮重力，在提升相同重物、提升相同高度时，减小额外功，而有用功不变，总功减小，有用功与总功的比值增大，提高了滑轮组的机械效率；故 A 正确；

B、由实验得出的结论可知，增大提升的物体重力，可以提高滑轮组的机械效率，故 B 正确；

C、机械加润滑油，在提升相同重物、提升相同高度时，减小额外功，而有用功不变，总功减小，有用功与总功的比值增大，提高了滑轮组的机械效率；故 C 正确；

D、滑轮组的机械效率 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{Gh}{F \times nh} = \frac{G}{nF}$ ，可见滑轮组的机械效率与提升物体的高度无关，

所以，增加重物上升高度，不能提高滑轮组的机械效率；故 D 错误。

故答案为：(1) 匀速；(2) 丙；(4) 1、3；(6) ABC。

4. (2022•襄阳) 某同学用如图所示的实验装置测量滑轮组的机械效率，相关数据记录在下表中。

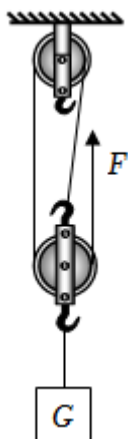
实验 次数	钩码重 G/N	钩码上升高度 h/cm	拉力 F/N	绳端移动距离 s/cm	机械效率 η
1	1.0	10	0.6	30	55.6%
2	2.0	10	1.0	30	
3	4.0	10	1.6	30	83.3%

(1) 实验中，使用滑轮组提升重物时，应竖直向上 匀速 拉动弹簧测力计；

(2) 第二次实验中，滑轮组的机械效率为 66.7%；

(3) 分析 1、2、3 次实验数据可知，使用同一滑轮组提升重物时，重物越 重 (选填“重”或“轻”)，滑轮组的机械效率越高；

(4) 小琪同学在仅改变提升物体速度的情况下，又做了上述第三次实验，结果会发现滑轮组的机械效率 不变 (选填“变大”“变小”或“不变”)。



【答案】（1）匀速；（2）66.7%；（3）重；（4）不变。

【解答】解：

（1）实验中应该匀速竖直向上拉动弹簧测力计，以保证拉力大小恒定；

（2）由表中数据可知，不计绳重与摩擦，滑轮组的机械效率：

$$\eta_2 = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{2.0\text{N} \times 0.1\text{m}}{1.0\text{N} \times 0.3\text{m}} \times 100\% \approx 66.7\%;$$

（3）分析 1、2、3 次实验的数据可知，使用同一滑轮组提升重物时，重物重力越大，滑轮组的机械效率越高；

（4）影响机械效率的只有摩擦力、绳子重力、动滑轮重力，仅改变提升物体速度的情况下，又做了上述第三次实验，结果会发现滑轮组的机械效率不变。

故答案为：（1）匀速；（2）66.7%；（3）重；（4）不变。

5. （2022•南通）用图甲滑轮组做“探究动滑轮的重对滑轮组机械效率的影响”实验。实验中把不同的磁铁吸附在动滑轮边框上以改变滑轮的重，每次实验都匀速拉动绳端使物体上升 10cm。不计绳重，实验数据如表。

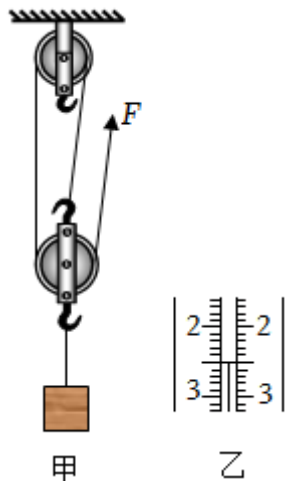
次数	$G_{\text{物}}/\text{N}$	$G_{\text{动}}/\text{N}$	F/N	$\eta/\%$
1	6.0	0.3	2.2	90.9
2	6.0	1.0	▲	▲
3	6.0	1.9	2.9	69.0
4	6.0	3.2	3.4	58.8

（1）每次实验绳端移动距离为 30 cm；

（2）第 2 次实验中拉力 F 的示数如图乙，读数为 2.5 N，第 2 次实验滑轮组的机械效率为 80 %。分析数据可知：在物重不变的情况下，动滑轮越重滑轮组的机械效率越 低；

(3) 实验中若仅增大绳端移动的距离, 则滑轮组的机械效率将 不变;

(4) 本实验中, 在物重不变的情况下, 动滑轮变重时, 由摩擦引起的额外功占总额外功的比例 变小
(选填“变大”“变小”或“不变”)。



【答案】(1) 30;

(2) 2.5; 80; 低;

(3) 不变;

(4) 变小。

【解答】解: (1) 从图中可知 $n=3$, 每次实验绳端移动距离 $s=nh=3 \times 10\text{cm}=30\text{cm}=0.3\text{m}$;

(2) 测力计的分度值为 0.1N , 读数为 2.5N , 第 2 次实验滑轮组的机械效率 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{Gh}{F \times nh} =$

$\frac{G}{nF} = \frac{6.0\text{N}}{3 \times 2.5\text{N}} = 80\%$ 。分析数据可知: 在物重不变的情况下, 从实验 1 至实验 4, 动滑轮的重力逐渐

变大, 滑轮组的机械效率逐渐变小, 故动滑轮越重滑轮组的机械效率越低;

(3) 实验中若仅增大绳端移动的距离, 根据 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{Gh}{F \times nh} = \frac{G}{nF}$ 可知滑轮组的机械效率将

不变;

(4) 四次实验中, 物体上升的高度 $h=10\text{cm}=0.1\text{m}$, 有用功 $W_{\text{有用}}=Gh=6.0\text{N} \times 0.1\text{m}=0.6\text{J}$,

第 1 次实验中, 克服动滑轮的重力所做的额外功 $W_{\text{动1}}=G_{\text{动1}}h=0.3\text{N} \times 0.1\text{m}=0.03\text{J}$,

总功 $W_{\text{总1}}=F_1s=2.2\text{N} \times 0.3\text{m}=0.66\text{J}$,

摩擦引起的额外功 $W_{\text{摩1}}=W_{\text{总1}}-W_{\text{有用}}-W_{\text{动1}}=0.66\text{J}-0.6\text{J}-0.03\text{J}=0.03\text{J}$,

摩擦引起的额外功占总额外功的比例为: $\frac{W_{\text{摩1}}}{W_{\text{动1}}+W_{\text{摩1}}} = \frac{0.03\text{J}}{0.03\text{J}+0.03\text{J}} = 50\%$;

第 4 次实验中，克服动滑轮的重力所做的额外功 $W_{\text{动}4} = G_{\text{动}4}h = 3.2\text{N} \times 0.1\text{m} = 0.32\text{J}$ ，

总功 $W_{\text{总}4} = F_4s = 3.4\text{N} \times 0.3\text{m} = 1.02\text{J}$ ，

摩擦引起的额外功 $W_{\text{摩}4} = W_{\text{总}4} - W_{\text{有用}} - W_{\text{动}4} = 1.02\text{J} - 0.6\text{J} - 0.32\text{J} = 0.1\text{J}$ ，

摩擦引起的额外功占总额外功的比例为：
$$\frac{W_{\text{摩}4}}{W_{\text{动}4} + W_{\text{摩}4}} = \frac{0.1\text{J}}{0.32\text{J} + 0.1\text{J}} \approx 24\%;$$

本实验中，在物重不变的情况下，动滑轮变重时，由摩擦引起的额外功占总额外功的比例变小。

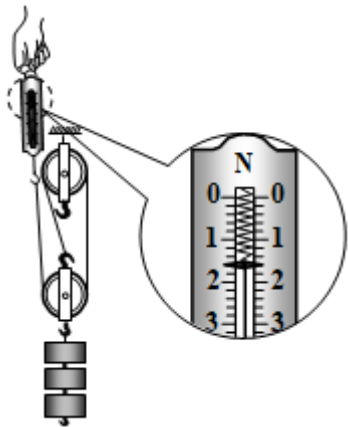
故答案为：（1）30；（2）2.5；80；低；（3）不变；（4）变小。

- 6.（2020•大庆）小红在测量滑轮组机械效率的实验中，用图的装置匀速竖直向上提升重物，并记录了部分实验数据如表：

钩码总重 G/N	钩码上升高度 h/m	测力计拉力 F/N	测力计拉绳端移动距离 s/m
3	0.1		0.3

（1）上表中测力计拉力的示数如图 17 所示，则此时拉力的测量值为 1.6 N。

（2）此次实验中滑轮组的机械效率为 62.5%。



【答案】见试题解答内容

【解答】解：（1）测力计分度值为 0.2N，则此时拉力的测量值为 1.6N。

（2）此次实验中滑轮组的机械效率为：

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{3\text{N} \times 0.1\text{m}}{1.6\text{N} \times 0.3\text{m}} \times 100\% \approx 62.5\%.$$

故答案为：（1）1.6；（2）62.5%。

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/545113303123012104>