



实验十一 测量滑轮组的机械效率

实验准备

实验目的

1. 知道机械效率,会测量滑轮组的机械效率。
2. 了解提高机械效率的途径和意义。

实验原理

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs}$$

实验器材

弹簧测力计、钩码、细绳、刻度尺、滑轮。

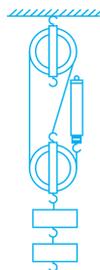
必备知识

1. **有用功**: 无论是否使用简单机械,必须要做的功,用 $W_{\text{有用}}$ 表示。
2. **额外功**: 使用简单机械时,并非需要但又不得不做的功,用 $W_{\text{额外}}$ 表示。
3. **总功**: 有用功和额外功之和,用 $W_{\text{总}}$ 表示。 $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$ 。
4. **机械效率 η** : 有用功跟总功的比值。公式: $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}$ 。

实验过程

实验步骤

1. 用弹簧测力计测量钩码所受的重力 G 并填入表格。
2. 按照图示安装滑轮组, 分别记下钩码和绳端的位置。
3. 竖直向上缓慢拉动弹簧测力计, 使钩码升高, 读出拉力 F 的值, 用刻度尺测出钩码上升的高度 h 和绳端移动的距离 s , 将这三个量填入表格。
4. 算出有用功 $W_{\text{有用}}$ 、总功 $W_{\text{总}}$ 、机械效率 η 并填入表格。
5. 改变钩码的数量, 重复上面的实验, 得到多组数据。



数据处理

实验次数	钩码重 G/N	钩码被提升的高度 h/m	对绳子的拉力 F/N	绳端移动的距离 s/m	有用功 $W_{\text{有用}}/\text{J}$	总功 $W_{\text{总}}/\text{J}$	机械效率
1							
2							
3							

思考讨论

1. 实验中, 为什么要缓慢拉动弹簧测力计?
2. 在提升物体的过程中, 能否待弹簧测力计静止时再读出拉力的大小? 为什么?
3. 滑轮组的机械效率与钩码重有什么关系?
4. 除物重外, 滑轮组的机械效率还与哪些因素有关?

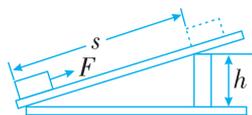
1. 关于机械效率,下列说法正确的是 ()
- A. 有用功越大,机械的机械效率就越高
- B. 额外功越大,机械的机械效率就越低
- C. 总功越大,机械的机械效率就越低
- D. 有用功与总功的比值越大,机械的机械效率就越高

2. 采取下列措施,可以提高机械效率的是 ()
- A. 有用功一定,增大总功
- B. 总功一定,增大额外功
- C. 有用功一定,减少额外功
- D. 额外功一定,减少总功

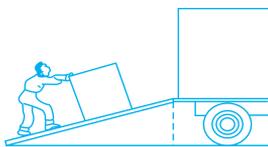
3. 用定滑轮、动滑轮及滑轮组提升相同的重物,若不计摩擦和绳重,则它们的机械效率大小关系是 ()
- A. 定滑轮的机械效率最大
- B. 动滑轮的机械效率最大
- C. 滑轮组的机械效率最大
- D. 三者一样大

4. 如图所示,斜面长为 2 m、高为 0.4 m,现将重为 20 N 的物体沿斜面向上从底端匀速拉到顶端,若拉力 F 为 5 N,则 ()

- A. 拉力所做的功为 2 J
- B. 斜面的机械效率为 80%
- C. 物体受到的摩擦力为 5 N
- D. 有用功为 40 J

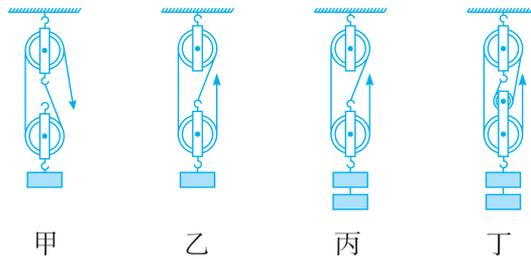


5. 工人师傅常利用斜面把重物搬运到汽车上,如图所示,汽车车厢底板高度 $h=1.5$ m,斜面长度 $s=3$ m,现用力 F 沿斜面把重力 $G=1\ 800$ N 的重物匀速推到车上,若不计摩擦,推力 F 为 _____ N;若实际存在的摩擦力 $f=400$ N,则工人师傅实际用的推力 F' = _____ N,该斜面的机械效率是 _____。



6. 在“探究斜面的机械效率跟倾斜程度的关系”实验中,要保证不同倾斜程度的斜面 _____ 相同。要达到探究目的,需要测量不同倾斜程度的斜面的机械效率,那么,测机械效率时,需要测量的物理量有 _____,需要的测量工具是 _____。

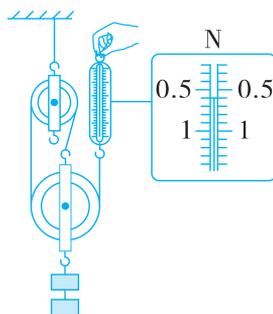
7. 某小组在“测量滑轮组机械效率的实验”中得到的数据如表所示,实验装置如图所示。



- (1)实验时应竖直向上_____拉动弹簧测力计。
- (2)小组同学发现实验过程中边拉动边读数,弹簧测力计示数不稳定,应该静止读数。讨论后他们认为这种做法不正确,因为没有考虑到_____对滑轮组机械效率的影响。
- (3)请根据表中数据计算出第4次实验滑轮组的机械效率并填入表格中。

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	4	0.1	2.7	0.2	74%
2	4	0.1	1.8	0.3	74%
3	8	0.1	3.1	0.3	86%
4	8	0.1	2.5	0.4	

- (4)通过比较 1、2 两次实验数据可得出结论:使用同一滑轮组提升同一重物时,滑轮组的机械效率与绳子段数_____ (填“有”或“无”)关。
- (5)通过比较 2、3 两次实验数据可得出结论:同一滑轮组提升重物时,物重越_____ (填“大”或“小”),滑轮组机械效率越高。
- (6)根据表中实验数据,你_____ (填“能”或“不能”)计算出图中动滑轮的重力。
8. 测量如图所示滑轮组的机械效率,部分实验数据如表,请回答以下问题。



实验次数	钩码重 G/N	钩码上升高度 h/cm	绳端拉力 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	1.5	10	0.8	30	
3	2.0	10	1.0	30	66.7%
4	2.0	20	1.0	60	66.7%

(1)实验过程中,应缓慢拉动弹簧测力计,使钩码竖直向上做匀速直线运动,第1次实验时,弹簧测力计示数如图所示,为_____N。

(2)第2次实验时,滑轮组的机械效率是_____。

(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_____,滑轮组的机械效率越高。

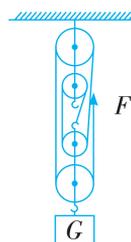
(4)结合生产生活实际,用滑轮组提升重物时,下列选项可提高机械效率的是_____ (填字母)。

A. 增大绳重 B. 减轻动滑轮重 C. 加快物体提升的速度

9. 如图所示,使用滑轮组提升重物,物重 $G=1\ 000\ \text{N}$,拉力 $F=250\ \text{N}$,若将重物提高 $2\ \text{m}$ (绳在提拉过程中不伸长),请问:

(1)该过程中,有用功是多少? 总功是多少? 机械效率是多少?

(2)若绳自由端提升的速度为 $0.5\ \text{m/s}$,在 $5\ \text{s}$ 内重物升高多少米?



评估 反思

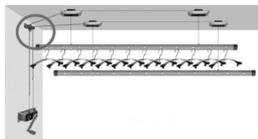
实验过程			得分
1	实验准备	(1)清点实验器材。	
2	实验操作	(2)_____	
		(3)_____	
		(4)_____	
2	实验操作	(5)填写实验报告单。▲	
3	实验整理	(6)整理器材。▲	
合计			
备注：			

说明：凡有“▲”的步骤，完成后须举手示意，待指导教师评定后再进行后续操作。
实验完毕，确认分数并签名。

指导教师：_____ 学生确认成绩签名：_____

滑轮的应用

滑轮又分为定滑轮和动滑轮。定滑轮的优点是可以改变力的方向；动滑轮不可以改变力的方向，但能改变力的大小，可以很省力地拉动物体。



晾衣架



起重机



旗杆顶部

滑轮组结合了定滑轮和动滑轮的优点，这样既可以改变力的方向，又能改变力的大小，可以很省力地拉动物体。滑轮组中动滑轮用得越多越省力。



塔机



吊车

使用滑轮时的注意事项：

- (1) 滑轮槽应光洁平滑，不得有损坏绳子的缺陷。
- (2) 滑轮应装有防止绳子跳槽的装置。

金属铸造的滑轮，在出现下述情况应该报废：

- (1) 裂纹。
- (2) 轮槽壁厚磨损达原尺寸的 20%。
- (3) 轮槽不均匀磨损达 3 mm。
- (4) 因磨损使轮槽底部直径减少量达绳径的 50%。
- (5) 其他有损害绳子的缺陷。

实验十一 测量滑轮组的机械效率

【思考讨论】

1. 提示:使弹簧测力计示数稳定,便于读出拉力大小。
2. 提示:不能。静止和匀速拉动时,其绳子与滑轮间的摩擦力不一样,所以弹簧测力计的示数不一样,不能在弹簧测力计静止时读数,必须在匀速拉动的过程中读出弹簧测力计的示数。
3. 提示:同一个滑轮组,所提升的钩码越重,其机械效率越高。
4. 提示:滑轮组的机械效率还与动滑轮重、绳重、摩擦等因素有关。

【素养达标】

1. D 解析:机械效率是有用功与总功的比值,总功不确定,机械效率不能确定,A 错误;有用功不确定,总功不能确定,总功不确定,机械效率不能确定,B 错误;机械效率是有用功与总功的比值,有用功不确定,机械效率不能确定,C 错误;机械效率是有用功与总功的比值,比值越大,说明机械效率越高,D 正确。
2. C 解析:提高机械效率的方法:①有用功一定,减小总功,即减小额外功;②额外功一定,增加有用功。C 正确,A、B、D 错误。
3. A 解析:因为不计摩擦和绳重,所以用定滑轮提升重物时,拉力做功就等于有用功,即机械效率等于 100%;使用动滑轮和滑轮组提升重物,都需要提高动滑轮做额外功,即机械效率小于 100%,B、C、D 错误,A 正确。
4. B 解析:拉力做的总功 $W_{\text{总}} = F_s = 5 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 10 \text{ J}$,A 错误;拉力做的有用功 $W_{\text{有用}} =$

$Gh = 20 \text{ N} \times 0.4 \text{ m} = 8 \text{ J}$,斜面的机械效率

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{8 \text{ J}}{10 \text{ J}} = 0.8 = 80\%, \text{D 错误, B 正}$$

确;物体克服摩擦力做的额外功 $W_{\text{额外}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}} = 10 \text{ J} - 8 \text{ J} = 2 \text{ J}$,由 $W_{\text{额外}} = fs$

$$\text{可得,物体与斜面间的摩擦力 } f = \frac{W_{\text{额外}}}{s} = \frac{2 \text{ J}}{2 \text{ m}} = 1 \text{ N}, \text{C 错误。}$$

5. 900 1 300 69.2%

6. 光滑程度 斜面的高度、长度、物重、拉力
刻度尺、弹簧测力计

7. (1)匀速缓慢 (2)摩擦力 (3)80%
(4)无 (5)大 (6)不能

解析:(1)实验中应沿竖直方向匀速缓慢拉动弹簧测力计,此时系统处于平衡状态,测力计示数等于拉力大小。(2)小组同学发现实验过程中边拉动边读数,弹簧测力计示数不稳定,应该静止读数,这种想法不正确,因为没有考虑到绳子与滑轮之间的摩擦对滑轮组机械效率的影响,导致测力计示数偏小。(3)第 4 次实验滑轮组的机械效率为 $\eta =$

$$\frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{F_s} = \frac{8 \text{ N} \times 0.1 \text{ m}}{2.5 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}} \times 100\% = 80\%。$$

(4)实验 1、2、3、4 分别是用甲、乙、丙、丁装置完成的,绳子的有效段数分别为 2、3、3、4,研究滑轮组的机械效率与绳子段数有无关系时,要控制使用同一装置,提升相同的重物,只改变绳子的段数,故通过比较 1、2 两次实验数据可得出结论:使用同一滑轮组提升同一重物时,滑轮组的机械效率与绳子段数无关。(5)研究滑轮组机械效率与提升物体的重力的关系,要控制使用同一装置,只改变提升物体的重力大小,故通过比较 2、3 两次

实验数据得出结论:同一滑轮组提升重物时,物重越大,滑轮组的机械效率越高。

(6)提起重物时作用在绳子自由端的拉力:

$$F = \frac{1}{n}(G + G_{\text{动}})$$

的适用条件是不计绳重和摩擦,因本题没有这个条件,故不能求出动滑轮的重力。

8. (1)0.6 (2)62.5% (3)大 (4)B

解析:(1)实验过程中,应缓慢拉动弹簧测力计,使钩码竖直向上做匀速直线运动。测力计分度值为0.1 N,第1次实验时,弹簧测力计示数如图所示,为0.6 N。(2)第2次实验时所做的有用功 $W_{\text{有用}} = Gh = 1.5 \text{ N} \times 0.1 \text{ m} = 0.15 \text{ J}$;第2次实验时做的总功 $W_{\text{总}} = Fs = 0.8 \text{ N} \times 0.3 \text{ m} = 0.24 \text{ J}$;滑轮组的机械效率

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{0.15 \text{ J}}{0.24 \text{ J}} = 0.625 = 62.5\%$$

(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)增大绳重,增大了额外功,有用功与总功的比值变小,机械效率变小,A 错误;减轻动滑轮重,减小了额外功,有用功与总功的比值变大,机械效率变大,B 正确;根据表格中3、4次实验数据可知,滑轮组的机械效率与钩码上升的高度无关,根据 $v = \frac{s}{t}$ 可知,钩码速度影响的是相同时间内钩码上升的高度,机械效率与物体提升的速度无关,C 错误。

9. **解:**(1) $W_{\text{有用}} = Gh = 1\,000 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 2\,000 \text{ J}$,

$$W_{\text{总}} = Fs = 250 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 2\,500 \text{ J},$$

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{2\,000 \text{ J}}{2\,500 \text{ J}} = 80\%$$

$$(2) v_{\text{物}} = \frac{1}{5} v_{\text{绳}} = \frac{1}{5} \times 0.5 \text{ m/s} = 0.1 \text{ m/s},$$

$$h_{\text{物}} = v_{\text{物}} t = 0.1 \text{ m/s} \times 5 \text{ s} = 0.5 \text{ m}.$$