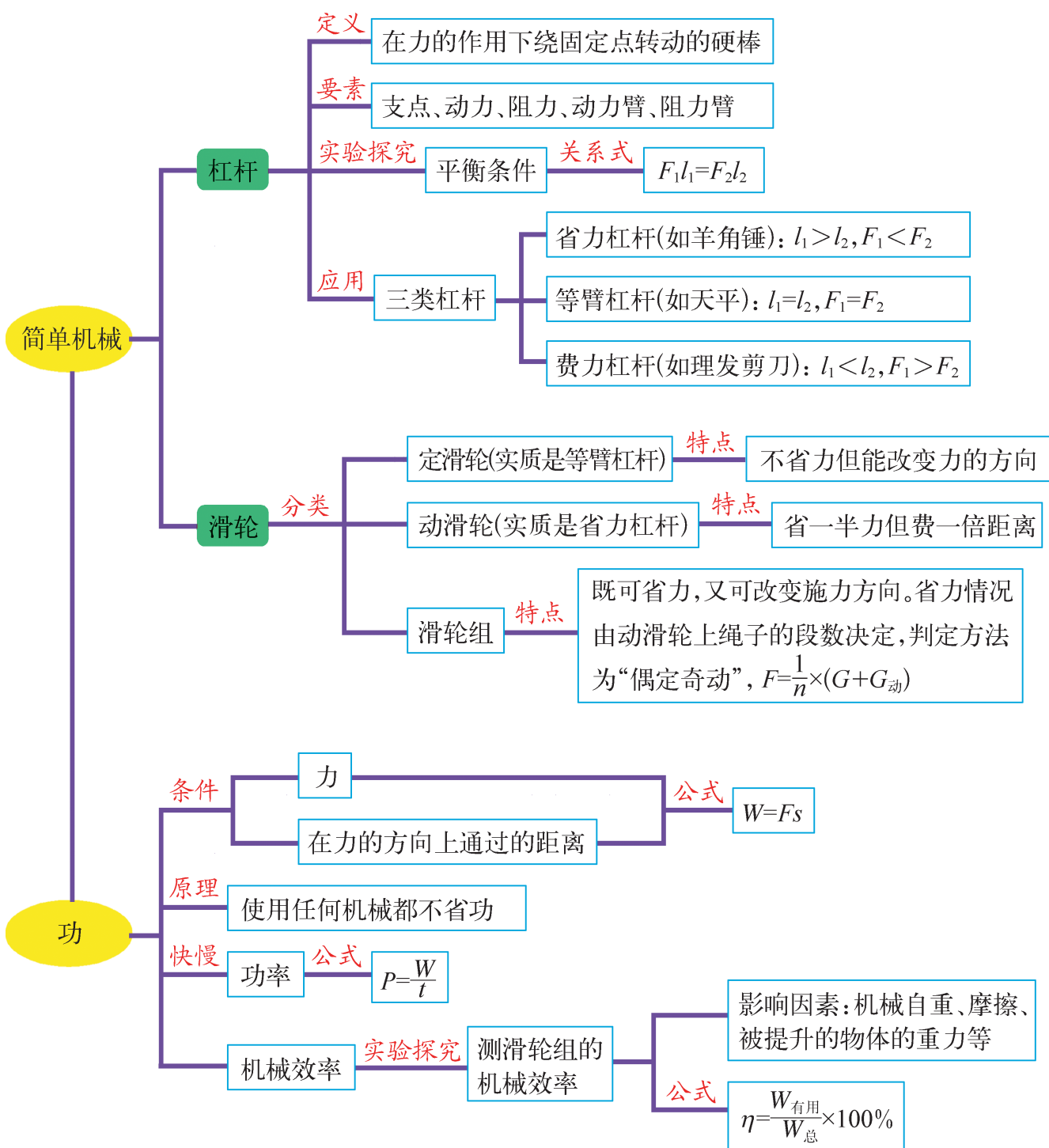


# 第十一章 简单机械和功



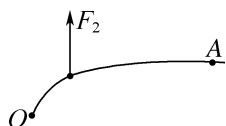
## 名师精讲

## 题型一 力臂和最小力的作法

**例1** (2025·镇江句容期中)图甲为关闭水龙头时的示意图, $O$ 为支点, $F_2$ 为阻力,请在图乙中画出 $F_2$ 的力臂 $l_2$ 以及 $A$ 处的最小力 $F_1$ 。

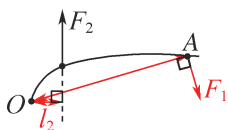


甲



乙

**答案** 如图所示

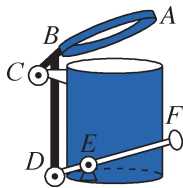


乙

## 题型二 杠杆的分类

**例2** (扬州江都期中)“垃圾分类,人人有责。”带盖的垃圾桶能有效防止易腐垃圾的异味散出,下列说法正确的是

( )



甲



乙



丙

- A. 图甲中垃圾桶盖 $ABC$ 为一个费力杠杆  
 B. 图甲中脚踏部分 $DEF$ 为一个费力杠杆  
 C. 图乙中垃圾桶盖费力但省距离  
 D. 图丙中垃圾桶盖省力且省距离

**提示** 图甲中垃圾桶盖 $ABC$ 在掀起时支点为 $C$ 点,阻力作用在盖中心,动力作用在 $B$ 点,动力臂小于阻力臂,是费力杠杆;图甲中脚踏部分 $DEF$ 在脚踏时支点为 $E$ 点,阻力作用在 $D$ 点,动力作用在 $F$ 点,动力臂大于阻力臂,是省力杠杆;图乙中的垃圾桶盖在静置时,重心与支点在一条轴线上,使用时,重心偏离支点,阻力臂变大,但始终小于动力臂,是省力杠杆,省力但费距离;图丙中垃圾桶盖在掀起时,动力臂大于阻力臂,是省力杠杆,但费距离。

**答案** A

## 关键提示

在杠杆力臂的作图中,通常是按照“一点二线三垂直四标号”的顺序进行的。第一步确定支点,第二步沿动力、阻力的方向画出力的作用线或其延长线,第三步作出从支点到力的作用线的垂直距离,第四步在线段上标出力臂。

支点和力的作用点一定在杠杆上,但力臂不一定都在杠杆上。

## 方法归纳

判断杠杆类型的方法有三种:

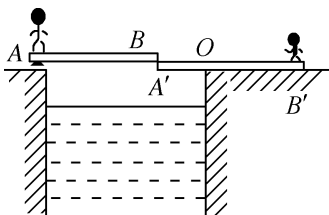
- (1) 比较动力和阻力的大小,动力小的是省力杠杆。
- (2) 比较动力臂和阻力臂的长短,动力臂长的是省力杠杆。
- (3) 比较动力和阻力移动的距离,动力移动距离大的是省力杠杆。

## 杠杆的分类

分类		特点	实例
不等臂杠杆	省力杠杆( $F_1 < F_2$ )	省力费距离( $l_1 > l_2$ )	羊角锤
	费力杠杆( $F_1 > F_2$ )	费力省距离( $l_1 < l_2$ )	理发剪刀
等臂杠杆( $F_1 = F_2$ )		不省力,也不省距离( $l_1 = l_2$ )	天平

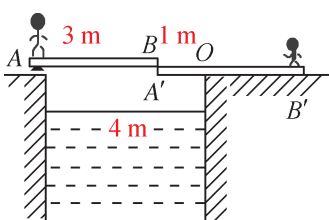
## 题型三 杠杆的平衡条件

**例3** (无锡江阴期末) 一个重 600 N 的成年人和一个小孩都要过一道 4 m 宽的水渠。成人从左岸到右岸, 而小孩从右岸到左岸, 两岸各有一块 3 m 长的坚实木板, 他们想出了如图所示的方式过水渠。请分析在忽略木板自重和木板之间及与岸叠交距离的情况下, 要使成年人和小孩都能平安过水渠, 小孩的体重不能轻于



- A. 100 N    B. 200 N    C. 300 N    D. 400 N

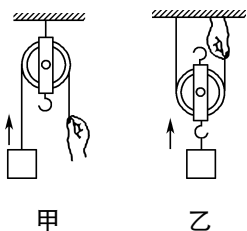
**提示** 因成年人较重, 所以只要成年人能安全过水渠, 小孩也能安全过水渠; 小孩站在  $B'$  处让成年人先从木板上过水渠, 当成年人到达水渠对岸后, 站在  $B'$  处, 然后再让小孩过水渠。如图所示, 把木板  $A'B'$  视为杠杆,  $O$  为支点, 成年人对  $A'B'$  的压力视为动力  $F_2$ , 小孩对木板的压力视为阻力  $F_1$ 。当成年人在  $A'$  时, 动力(成年人对  $A'B'$  的压力)最大, 为  $F_2 = G_{\text{成年人}} = 600 \text{ N}$ ,  $OA' = 1 \text{ m}$ ,  $OB' = 2 \text{ m}$ , 由杠杆平衡条件可得  $F_1 \times OB' = F_2 \times OA'$ , 则  $F_1 = \frac{F_2 \times OA'}{OB'} = \frac{600 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 300 \text{ N}$ , 即小孩的体重不能轻于 300 N。



**答案** C

## 题型四 定滑轮和动滑轮

**例4** (2025·泰州泰兴期中) 用不可伸长的轻绳按图甲、乙两种方式将重为 10 N 的物体匀速提升 10 cm, 下列说法正确的是 ( )



- A.  $F_{\text{甲}}$  一定为 10 N

## 关键提示

根据杠杆平衡原理求力的最值的关键:

(1) 力的作用点已知, 当力的作用线与杠杆垂直时, 力臂最长, 该力最小。

(2) 力的作用点未知, 可在杠杆上找离支点最远的点为作用点。

(3) 动力作用点与阻力作用点不一定在支点的两侧, 也可能在支点的同一侧。

## 关键提示

正确理解动滑轮的特点:

(1) 使用动滑轮时, 不计绳重和摩擦, 拉力  $F = \frac{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}{2}$ 。

(2) 使用动滑轮省一半力必须是在竖直向上拉的前提下。

(3) 使用动滑轮也可能费力, 例如动力作用在轴心上就是费力杠杆。

- B.  $F_乙$ 一定小于 10 N  
 C. 甲绳子自由端移动 10 cm  
 D. 甲绳子自由端移动的距离比乙大

**提示** 甲中若不计绳重和摩擦,拉力等于物重,因有绳重和摩擦,故  $F_甲 > 10$  N。若不计绳重和摩擦,  $F_乙 = \frac{G_动 + G_乙}{2}$ , 由于动滑轮重未知,因此无法确定  $F_乙$  的大小。甲中绳端移动的距离跟物体上升的距离一样,都是 10 cm。乙中绳端移动的距离是物体上升的距离的 2 倍,即为 20 cm。

**答案** C

### 定滑轮与动滑轮的区别

滑轮	定滑轮	动滑轮
定义	轴心固定不动的滑轮	轴心随重物一起移动的滑轮
特点	可改变力的方向,但不能省力	不能改变力的方向,可省一半力
实质	等臂杠杆	动力臂为阻力臂 2 倍的杠杆
原理图		
注意点	拉力方向改变,拉力大小不变	拉力方向不改变,拉力大小将改变

### 题型五 功和功率的计算

**例 5** (南通通州期末) 如图所示是某公司研发的智能服务机器人,它具有做一些简单家务、陪人聊天、散步等功能。已知该机器人的质量为 25 kg,运动时受到地面的阻力是它所受重力的  $\frac{1}{5}$ ,该机器人以 0.5 m/s 的速度在水平地面上匀速直线行驶了 60 s。求:(g 取 10 N/kg)

- (1) 机器人的重力所做的功。
- (2) 机器人的牵引力所做的功。
- (3) 机器人的牵引力做功的功率。



**提示** (1) 机器人受到的重力的方向是竖直向下的,而机器人是在水平方向上移动距离,没有在重力方向上移动距离,故重力做功为 0。(2) 机器人的重力  $G = mg = 25 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 250 \text{ N}$ ,运动时受到地面的阻力是它所受重力的  $\frac{1}{5}$ ,故受到地面的阻力  $f = \frac{1}{5} \times 250 \text{ N} = 50 \text{ N}$ ,机器人在水平地面上匀速直线行驶,由二力平衡条件知,机器人受到的牵引力大小等于阻力的大小,即  $F = f = 50 \text{ N}$ ,机器人的牵引力所做的功  $W = Fs = Fvt =$

#### 方法归纳

判断不做功的三种情形:

- (1) 有力无距离,如推而未动。
- (2) 有距离无力(靠惯性运动)。
- (3) 力的方向与运动方向垂直,如提水桶在水平地面上行走。



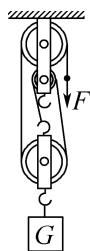
$50 \text{ N} \times 0.5 \text{ m/s} \times 60 \text{ s} = 1\,500 \text{ J}$ 。(3) 牵引力做功的功率  $P =$

$$\frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = 50 \text{ N} \times 0.5 \text{ m/s} = 25 \text{ W}.$$

**答案** (1) 0 (2) 1 500 J (3) 25 W

### 题型六 机械效率的计算

**例6** (2026·常州天宁期末)为了将放置在水平地面上重  $G=1\,000 \text{ N}$  的重物提升到高处,小明同学设计了如图所示的滑轮组装置。在重物匀速上升  $1 \text{ m}$  的过程中,拉力  $F$  做功的功率为  $200 \text{ W}$ ,此时该装置的机械效率为  $80\%$ 。不计绳重和摩擦, $g$  取  $10 \text{ N/kg}$ 。求:



(1) 拉力  $F$  做的总功。

(2) 重物上升的速度。

(3) 若绳子所能承受的最大拉力是  $1\,000 \text{ N}$ ,小明的质量是  $50 \text{ kg}$ ,他站在地面上向下拉绳子,使物体匀速上升,该滑轮组机械效率的最大值为多大?

**提示** (1)  $W_{\text{有用}} = Gh = 1\,000 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 1\,000 \text{ J}$ ,  $W_{\text{总}} = \frac{W_{\text{有用}}}{\eta} = \frac{1\,000 \text{ J}}{80\%} = 1\,250 \text{ J}$ 。(2) 绳子自由端移动的距离  $s = nh =$

$3 \times 1 \text{ m} = 3 \text{ m}$ ,  $F = \frac{W_{\text{总}}}{s} = \frac{1\,250 \text{ J}}{3 \text{ m}} = \frac{1\,250}{3} \text{ N}$ ,由  $P = \frac{W}{t} = Fv_F$  知,绳子自由端移动的速度  $v_F = \frac{P}{F} = \frac{200 \text{ W}}{\frac{1\,250}{3} \text{ N}}$

升速度  $v_{\text{物}} = \frac{1}{3}v_F = \frac{1}{3} \times 0.48 \text{ m/s} = 0.16 \text{ m/s}$ 。(3) 不计绳重和

摩擦时,有  $F = \frac{1}{n}(G + G_{\text{动}})$ ,则  $G_{\text{动}} = nF - G = 3 \times \frac{1\,250}{3} \text{ N} -$

$1\,000 \text{ N} = 250 \text{ N}$ ,  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}} \times 100\% =$

$\frac{G}{G + G_{\text{动}}} \times 100\% = \frac{1}{1 + \frac{G_{\text{动}}}{G}} \times 100\%$ ,  $G_{\text{动}}$  一定,提升的物重最大

时,滑轮组的机械效率最大,  $F_{\text{最大}} = G_{\text{人}} = m_{\text{人}}g = 50 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 500 \text{ N}$ ,  $G_{\text{最大}} = nF_{\text{最大}} - G_{\text{动}} = 3 \times 500 \text{ N} - 250 \text{ N} = 1\,250 \text{ N}$ ,

$\eta_{\text{最大}} = \frac{G_{\text{最大}}}{G_{\text{最大}} + G_{\text{动}}} \times 100\% = \frac{1\,250 \text{ N}}{1\,250 \text{ N} + 250 \text{ N}} \times 100\% \approx 83.3\%$ 。

**答案** (1) 1 250 J (2) 0.16 m/s (3) 83.3%

#### 思维拓展

滑轮组机械效率的计算方法:

(1) 定义式:  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$   
 $100\% = \frac{Gh}{Fs} \times 100\% = \frac{G}{nF} \times 100\%$ 。

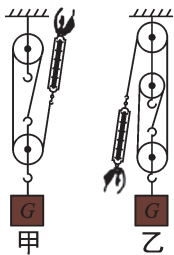
(2) 不计绳重和摩擦时,  $\eta = \frac{G}{G + G_{\text{动}}} \times 100\%$ 。

(3) 用水平放置的滑轮组拉动物体时,克服摩擦力做有用功,  
 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{f}{nF} \times 100\%$ 。

### 题型七 机械效率的探究

**例7** (宿迁泗阳期末)小明在“测滑轮组的机械效率”实验中,用如图甲所示的滑轮组进行了三次实验,实验数据如下表:

实验次序	物重 $G/\text{N}$	物体上升的高度 $h/\text{cm}$	弹簧测力计的示数 $F/\text{N}$	弹簧测力计移动的距离 $s/\text{cm}$
1	6	3	2.5	9
2	6	5	2.5	17
3	6	8	2.5	24



(1) 分析表中数据,回答以下问题:

①表中有一个数据的记录是错误的,该错误数据是\_\_\_\_\_。

②第3次实验中滑轮组的机械效率是\_\_\_\_\_。

③滑轮组的机械效率与\_\_\_\_\_无关。

(2) 小红在小明实验的基础上多使用一个滑轮也做了实验,如图乙所示。

①小红多使用一个滑轮,目的是为了改变\_\_\_\_\_。

②两位同学使用各自的滑轮组提升相同的重物(不计绳重及摩擦),那么所测机械效率是否相同:\_\_\_\_\_ ,理由是\_\_\_\_\_。

**提示** (1) ①甲滑轮组中绳子的段数为3,第2次实验时,物体上升高度为5 cm,则弹簧测力计移动的距离  $s = nh = 3 \times 5 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$ ,由表中实验数据知,弹簧测力计移动距离为

17 cm 错误。②第3次实验中滑轮组的机械效率  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{Fs} \times 100\% = \frac{6 \text{ N} \times 0.08 \text{ m}}{2.5 \text{ N} \times 0.24 \text{ m}} \times 100\% = 80\%$ 。③3次

实验所使用的滑轮重相等、钩码重力相同而提升钩码的高度不同,滑轮组机械效率相同,由此可得:机械效率与物体上升的高度无关。(2) ①定滑轮的作用是改变拉力的方向。②这两位同学使用各自的滑轮组提升相同的重物时,若忽略绳重及摩擦,他们做的有用功相同,额外功也一样,因此总功相同,机械效率相同。

**答案** (1) ①17 ②80% ③物体上升的高度 (2) ①拉力的方向 ②相同 用这两组滑轮组提升同一个物体时,所做的有用功和总功都相同,机械效率相同

### 命题趋势

影响滑轮组机械效率大小因素的考查:

(1) 增大物重,减小动滑轮重,可提高机械效率。

(2) 弹簧测力计静止时读数,测得的机械效率将偏大。

(3) 弹簧测力计加速拉动时读数,测得的机械效率将偏小。

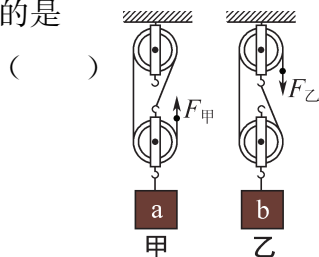
## 抢分必做

## 必会题

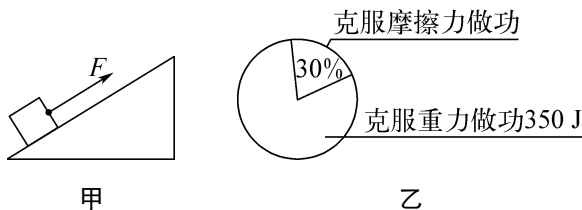
1. (2026·南京秦淮期末)如图是《天工开物》中用于捣谷的确,下列工具正常使用时与其属于同类型杠杆的是 ( )



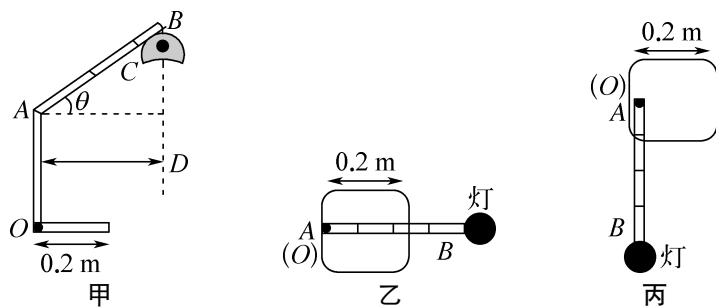
- A. 托盘天平      B. 钢丝钳      C. 面包夹      D. 开瓶扳手
2. (宿迁泗阳期中)某实验小组分别用如图所示的甲、乙两个滑轮组(每个滑轮重相同)在相同时间内把重物 a 和 b 提升相同高度,不计绳重及摩擦,下列说法正确的是 ( )



- A. 若  $G_a > G_b$ , 则一定有拉力  $F_{甲} > F_{乙}$
- B. 若  $G_a = G_b$ , 则两滑轮组的机械效率  $\eta_{甲} > \eta_{乙}$
- C. 若  $F_{甲} = F_{乙}$ , 则两滑轮组的机械效率  $\eta_{甲} > \eta_{乙}$
- D. 若  $F_{甲} = F_{乙}$ , 则拉力做功的功率  $P_{甲} = P_{乙}$
3. (2026·盐城射阳期末)如图甲所示,用沿斜面向上的拉力  $F$ , 在 10 s 内将重物从底端匀速拉到顶端。该过程中,力做功占比如图乙所示。则斜面的机械效率为 \_\_\_\_\_, 克服摩擦力做功为 \_\_\_\_\_ J, 拉力做功的功率为 \_\_\_\_\_ W。

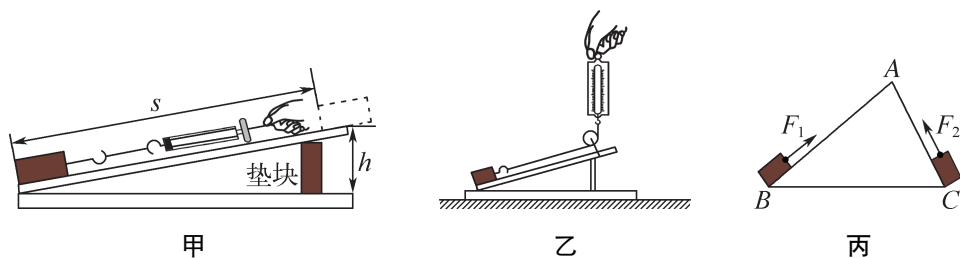


4. (2025·南京鼓楼期中)如图甲所示为可调节式落地灯,立柱  $OA$  与底座为一整体,重心为  $O$ 。台灯总重为 80 N(不含灯头  $C$  的重),底座为边长 0.2 m 的正方形, $O$  在底座边缘中点,轻质杆  $AB$  既可绕  $A$  点转动又可以伸缩调节长度,当立柱  $OA$  与灯中轴线  $BD$  的距离为 1.2 m 时,落地灯刚好不翻倒,则灯头  $C$  的质量为 \_\_\_\_\_ kg;若将  $AB$  绕  $OA$  轴向纸外转  $90^\circ$ ,即俯视图从乙到丙,并调节  $AB$  长度,则立柱  $OA$  与灯中轴线的最大距离不超过 \_\_\_\_\_;以下操作中可以使图甲落地灯更不易翻倒的有 \_\_\_\_\_ (填序号)。(g 取 10 N/kg)



- ①仅增加底座质量
- ②仅增加灯头  $C$  的质量
- ③仅减小杆  $AB$  与水平面的夹角  $\theta$
- ④仅减小  $OA$  长度

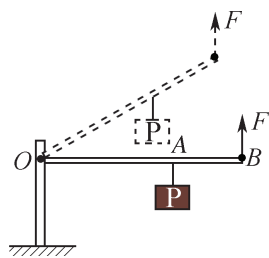
5. (苏州姑苏期末) 实验小组的同学用如图所示装置探究“斜面的机械效率与哪些因素有关”, 改变斜面倾角(斜面与水平面的夹角)和木块的重力, 用弹簧测力计沿斜面向上匀速拉动木块, 记录的部分实验数据如表所示。



实验次序	斜面倾角	斜面高度 $h/m$	斜面长度 $s/m$	木块重力 $G/N$	沿斜面拉力 $F/N$	机械效率 $\eta$
1	$30^\circ$	0.6	1.2	5.0	4.2	60%
2	$30^\circ$	0.6	1.2	3.0	2.5	
3	$45^\circ$	0.8	1.2	3.0	2.8	71%

- (1) 实验中调整斜面的倾斜程度时, 要使斜面倾角由  $30^\circ$  变为  $45^\circ$  应将垫块向\_\_\_\_\_ (填“左”或“右”) 移动。
  - (2) 第 2 次实验中, 斜面的机械效率为\_\_\_\_\_ %。
  - (3) 第 1、2 次实验是为了探究斜面的机械效率与\_\_\_\_\_ 的关系。分析 2、3 次实验的数据, 可知\_\_\_\_\_。
  - (4) 如果对原实验装置做如图乙所示的改进, 与原实验装置相比, 用带滑轮的斜面做实验的好处是\_\_\_\_\_。
  - (5) 如图丙所示, 将同一物体分别沿光滑的斜面  $AB$ 、 $AC$  从底部匀速拉到顶点  $A$ , 已知  $AB > AC$ , 施加的力分别为  $F_1$ 、 $F_2$ , 拉力做的功分别为  $W_1$ 、 $W_2$ , 则力  $F_1$  \_\_\_\_\_  $F_2$ , 拉力做的功  $W_1$  \_\_\_\_\_  $W_2$ 。(均填“>”“<”或“=”)
6. (镇江丹徒期末) 如图所示的装置可以用来提升货物,  $O$  为杠杆  $OAB$  的支点, 货物  $P$  重为  $120\text{ N}$ ,  $OA$  长为  $AB$  的 2 倍。在作用于  $B$  端竖直向上的拉力  $F$  的作用下, 杠杆从图中水平位置缓慢匀速转至虚线位置, 此过程中货物  $P$  上升的高度为  $0.4\text{ m}$ ,  $B$  端上升的高度为  $0.6\text{ m}$ , 拉力  $F$  克服杠杆自重所做的额外功为  $12\text{ J}$ , 不计支点  $O$  处的摩擦。
- (1) 求拉力所做的有用功  $W_{\text{有用}}$  和拉力  $F$  的大小。
  - (2) 若用此装置将另一重为  $180\text{ N}$  的货物  $Q$  缓慢提升  $0.4\text{ m}$ , 求此时拉力所做的总功和杠

杆的机械效率。(结果保留一位小数)



### 易错题

7. (苏州高新期末)有一斜面长为 $L$ ,高为 $h$ ,现用力 $F$ 沿斜面把重为 $G$ 的物体从底端匀速拉到顶端。已知物体受到斜面的摩擦力为 $f$ ,则下列斜面机械效率 $\eta$ 的表达式正确的是 ( )

A.  $\eta = \frac{Gh}{fL} \times 100\%$

B.  $\eta = \frac{Gh}{(F-f)L} \times 100\%$

C.  $\eta = \frac{Gh}{(F+f)L} \times 100\%$

D.  $\eta = \frac{Gh}{Gh+fL} \times 100\%$

### 热点题

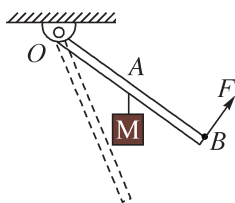
8. (常州武进期末)如图所示,在轻质杆 $OB$ 的中点 $A$ 处,悬挂重为 $G$ 的物体 $M$ ,在端点 $B$ 处施加方向始终与杆垂直的拉力 $F$ ,杆从虚线位置沿逆时针方向匀速转至图示位置的过程中,下列叙述不正确的是 ( )

A. 拉力 $F$ 与它力臂的乘积不变

B. 拉力 $F$ 始终小于 $\frac{G}{2}$

C. 拉力 $F$ 逐渐变大

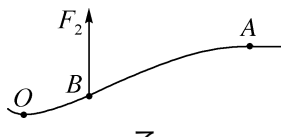
D. 物体 $M$ 对杠杆拉力的力臂逐渐变大



9. (泰州姜堰期中)如图甲所示是一种蔬菜挤水器,把蔬菜放在漏水器中,向下压手柄,能将菜里的水分挤出。其手柄可看成杠杆,图乙是其简化的示意图,图中 $O$ 为支点, $F_2$ 是其受到的阻力。请在图乙中画出:(1)阻力 $F_2$ 对应的阻力臂 $l_2$ ; (2)在 $A$ 点施加的最小动力 $F_1$ 的示意图及 $F_1$ 的力臂 $l_1$ 。

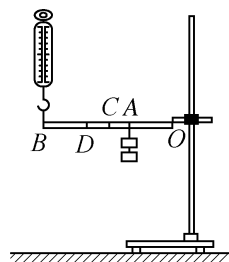


甲



乙

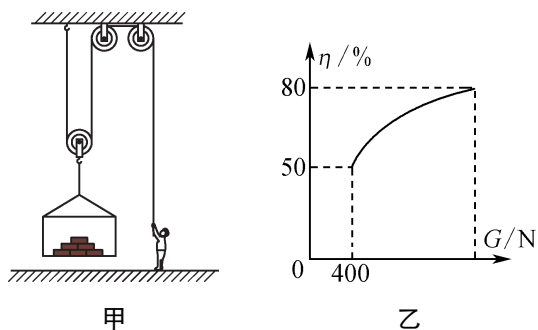
10. (南通海安期末)某实验小组利用图示装置探究杠杆的机械效率,实验装置如图所示: $OB$ 为粗细均匀的杠杆, $C$ 为 $OB$ 的中点, $OA = \frac{OB}{3}$ ,在 $A$ 点用轻质绳悬挂总重为 $6\text{ N}$ 的钩码,在 $B$ 点用轻质绳竖直悬挂弹簧测力计;竖直向上拉动弹簧测力计缓慢匀速上升 $0.2\text{ m}$ (保持 $O$ 点位置不变),在此过程中弹簧测力计的读数始终为 $2.4\text{ N}$ 。则杠杆的机械效率为



\_\_\_\_\_ (结果保留一位小数), 杠杆的重力为 \_\_\_\_\_ N。若将弹簧测力计由  $B$  点移到  $D$  点, 仍将钩码提升至刚才的高度, 则弹簧测力计的示数将 \_\_\_\_\_ (填“变大”“变小”或“不变”, 下同), 此时的机械效率将 \_\_\_\_\_。

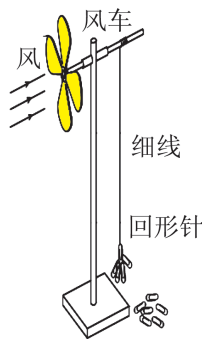
11. (淮安洪泽期末) 工人用如图甲所示的滑轮组利用箱子运送建材上楼, 每次运送量不定。滑轮组的机械效率随建材重力变化的图像如图乙所示, 滑轮和钢绳的摩擦力及箱子重、绳重忽略不计。问: ( $g$  取  $10 \text{ N/kg}$ )

- (1) 动滑轮的重力是多大?
- (2) 若某次运送建材的质量为  $50 \text{ kg}$ , 此时的拉力是多少?
- (3) 当滑轮组的机械效率为  $60\%$  时, 运送建材的重力是多大?



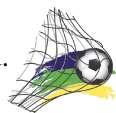
12. (泰州泰兴期末) 风车是利用风力做功的装置。小明制作了一架小风车, 他想粗略测定风车在一定风速下做功的功率, 实验装置如图所示。

- (1) 观察实验装置, 小明是通过测量细线对 \_\_\_\_\_ 做功的功率来测定风车做功功率的。
- (2) 除了图中的实验器材, 还必需的测量工具有天平、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。
- (3) 实验时, 逐渐增加挂在细线下的回形针数量, 直到细线恰好缓慢匀速提升回形针为止。若测得回形针匀速上升的高度  $h$ 、所用的时间  $t$ 、回形针的总质量  $m$ , 则风车做功的功率  $P = \underline{\hspace{2cm}}$  (表达式中的物理量均用符号表示)。
- (4) 如果选用较粗重的线做实验, 则与选用较细的线相比, 测得风车的功率值偏 \_\_\_\_\_。



### 临门一脚

本章是力学知识进一步的综合, 涉及的知识与生活实际联系十分紧密。考查的内容主要有杠杆种类的判断、力臂的作图、杠杆平衡条件的探究、滑轮的识别与组装、功和功率的计算、机械效率的计算、机械效率的实验探究、了解提高机械效率的途径。本章的知识综合程度比较强, 对学生的识图、分析、辨别信息的能力考查要求较高。实验探究(杠杆的平衡条件、机械效率的测量)和功的计算(做功的多少、做功的快慢、做功的效率)是命题的重点。学习过程中要注意各知识点之间的关系, 善于把握好知识的内在联系。



# 参考答案与解析

## 第十一章 简单机械和功

1. C

2. C **提示:** 不计绳重和摩擦,  $F_{\text{甲}} = \frac{1}{3}(G_{\text{a}} + G_{\text{动}})$ ,  $F_{\text{乙}} = \frac{1}{2}(G_{\text{b}} + G_{\text{动}})$ , 若  $G_{\text{a}} > G_{\text{b}}$ , 则  $F_{\text{甲}}$  与  $F_{\text{乙}}$  的大小无法判断。若  $G_{\text{a}} = G_{\text{b}}$ , 提升的高度  $h$  相同, 有用功相等, 又知滑轮重相同, 故额外功  $W_{\text{额外}} = G_{\text{动}}h$  相同, 则总功相同,  $\eta_{\text{甲}} = \eta_{\text{乙}}$ 。若  $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}$ , 即  $\frac{1}{3}(G_{\text{a}} + G_{\text{动}}) = \frac{1}{2}(G_{\text{b}} + G_{\text{动}})$ , 得  $G_{\text{a}} > G_{\text{b}}$ ,  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}}h} \times 100\% = \frac{G}{G + G_{\text{动}}} \times 100\%$ , 由此可知  $\eta_{\text{甲}} > \eta_{\text{乙}}$ 。  $W_{\text{总甲}} = F_{\text{甲}}s_{\text{甲}} = F_{\text{甲}} \times 3h$ ,  $W_{\text{总乙}} = F_{\text{乙}}s_{\text{乙}} = F_{\text{乙}} \times 2h$ , 因  $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}$ , 故  $W_{\text{总甲}} > W_{\text{总乙}}$ , 相同时间内, 拉力做功的功率  $P_{\text{甲}} > P_{\text{乙}}$ 。

3. 70% 150 50 **提示:**  $W_{\text{额外}}$  占  $W_{\text{总}}$  的百分比为 30%, 则  $W_{\text{有用}}$  占  $W_{\text{总}}$  的百分比即斜面的机械效率为  $\eta = 1 - 30\% = 70\%$ 。  $W_{\text{总}} = \frac{W_{\text{有用}}}{\eta} = \frac{350 \text{ J}}{70\%} = 500 \text{ J}$ ,  $W_{\text{额外}} = 30\% W_{\text{总}} = 30\% \times 500 \text{ J} = 150 \text{ J}$ ,  $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{500 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 50 \text{ W}$ 。

4. (1) 1.6 (2) 0.6 m (3) ①

**提示:** (1) 当立柱 OA 与灯中轴线的距离为 1.2 m, 落地灯刚好不翻倒时, 此时支点在底座右侧边缘中心, 以台灯底座重力为阻力有  $F_1 = G = 80 \text{ N}$ , 阻力臂为  $L_1 = 0.2 \text{ m}$ , 则灯头重力为动力  $F_2 = G_C = m_C g$ , 动力臂为  $L_2 = 1.2 \text{ m} - 0.2 \text{ m} = 1 \text{ m}$ , 由杠杆平衡条件  $F_1 L_1 = F_2 L_2$  有:  $80 \text{ N} \times 0.2 \text{ m} = m_C \times 10 \text{ N/kg} \times 1 \text{ m}$ , 解得  $m_C = 1.6 \text{ kg}$ 。(2) 将 AB 绕 OA 轴向纸外转  $90^\circ$  后, 此时支点为图乙底座的左下角, 阻力不变  $F' = G = 80 \text{ N}$ , 阻力臂为  $L'_1 = 0.1 \text{ m}$ , 动力为  $F_2 = G_C = m_C g = 1.6 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 16 \text{ N}$ , 动力臂为  $L'_2$ , 根据杠杆平衡条件  $F_1 L'_1 = F_2 L'_2$  有:  $80 \text{ N} \times 0.1 \text{ m} = 16 \text{ N} \times L'_2$ , 解得灯头的最大力臂  $L'_2 = 0.5 \text{ m}$ , 则立柱 OA 与灯中轴线的最大距离为  $L_{\text{OD}} = 0.5 \text{ m} + 0.1 \text{ m} = 0.6 \text{ m}$ 。(3) ①仅增加底座质量: 即只增大了阻力  $F_1$ , 则  $F_1 L_1$  变大, 在动力  $F_2$  和阻力臂  $L_1$  不变的情况下, 根据杠杆平衡条件  $F_1 L_1 = F_2 L_2$  可知台灯更不易翻倒; ②仅增加灯头质量: 即增大了动力  $F_2$ , 则  $F_2 L_2$  变大, 在阻力  $F_1$  和阻力臂  $L_1$  不变的情况下则台灯更容易翻倒; ③仅减小杆 AB 与水平面的夹角: 即会增大灯头的力臂  $L_2$ , 则  $F_2 L_2$  变大, 而在  $F_1 L_1$  不变的情况下台灯更容易翻倒; ④仅减小 OA 长度: 因为立柱 OA 与

底座为一整体, 仅减少 OA 长度不会改变底座和灯头的力臂, 所以不影响。

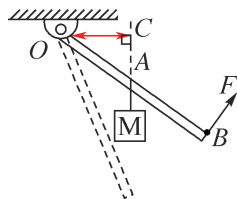
5. (1) 左 (2) 60 (3) 物体重力 其他条件相同时, 斜面倾角越大, 斜面的机械效率越高 (4) 能使木块所受拉力的方向与斜面平行 (5)  $< =$  **提示:** (1) 斜面的倾角靠长木板下面的垫块左右移动来改变, 垫块向左移动倾角变大。(2) 第 2 次实验中,  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{Fs} \times 100\% = \frac{3.0 \text{ N} \times 0.6 \text{ m}}{2.5 \text{ N} \times 1.2 \text{ m}} \times 100\% = 60\%$ 。(3) 实验 1、2 中, 斜面倾角相同, 探究的是斜面机械效率与物重的关系。实验 2、3 中, 其他条件相同时, 斜面倾角越大, 斜面的机械效率越高。(4) 利用滑轮固定绳子的方向, 使木块所受拉力的方向与木板的方向始终平行, 使弹簧测力计示数更加准确稳定, 读数时也更方便。(5) 图丙中, 斜面 AB 的倾角小于斜面 AC 的倾角, 故物体沿 AB 运动时拉力较小。斜面光滑, 沿斜面拉物体时不做额外功, 即拉力做功等于有用功, 而物重和上升高度均相同, 则拉力在两斜面上做功相同。

6. (1) 48 J 100 N (2) 84 J 85.7% **提示:** (1)  $W_{\text{有}1} = G_1 h = 120 \text{ N} \times 0.4 \text{ m} = 48 \text{ J}$ ,  $W_{\text{总}1} = W_{\text{有}1} + W_{\text{额外}} = 48 \text{ J} + 12 \text{ J} = 60 \text{ J}$ ,  $F_1 = \frac{W_{\text{总}1}}{s} = \frac{60 \text{ J}}{0.6 \text{ m}} = 100 \text{ N}$ 。(2)  $W_{\text{有}2} = G_2 h = 180 \text{ N} \times 0.4 \text{ m} = 72 \text{ J}$ , 不计支点 O 处的摩擦, 杠杆的重力不变, 杠杆被提升的高度不变, 额外功不变,  $W_{\text{总}2} = W_{\text{有}2} + W_{\text{额外}} = 72 \text{ J} + 12 \text{ J} = 84 \text{ J}$ ,  $\eta_2 = \frac{W_{\text{有}2}}{W_{\text{总}2}} \times 100\% = \frac{72 \text{ J}}{84 \text{ J}} \times 100\% \approx 85.7\%$ 。

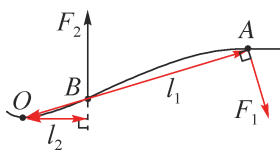
7. D **提示:** 斜面高为  $h$ , 物重为  $G$ ,  $W_{\text{有用}} = Gh$ , 斜面长为  $L$ , 拉力为  $F$ ,  $W_{\text{总}} = FL$ , 则  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{FL} \times 100\%$ , 而物体与斜面的摩擦力为  $f$ ,  $W_{\text{额外}} = fL$ ,  $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}} = Gh + fL$ ,  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{Gh}{Gh + fL} \times 100\%$ 。

**易错分析**  
此题考查有关斜面机械效率的计算, 容易出错的是摩擦力的计算, 要清楚使用斜面时克服摩擦力做的功就是额外功, 总功应等于有用功与额外功之和。A 选项是有用功与额外功的比值, B 选项是有用功与有用功的比值, C 选项是有用功与总功加上额外功的比值, 都不是机械效率。

8. A **提示:** 如图所示,物体M的重力为G不变,对杠杆拉力的力臂OC逐渐变大,动力F的方向始终与杆垂直(动力臂 $L_{OB}$ 不变),杆匀速转动(处于平衡状态),由 $FL_{OB}=GL_{OC}$ 知拉力F逐渐变大, $FL_{OB}$ 的大小(拉力F与它力臂的乘积)逐渐变大, $F=\frac{GL_{OC}}{L_{OB}}<\frac{GL_{OA}}{L_{OB}}=\frac{G}{2}$ 。



9. 如图所示



10. 83.3% 0.8 变大 不变

**提示:** 由 $OA=\frac{OB}{3}$ 可得 $h_A:h_B=1:3$ , $\eta=\frac{W_{有用}}{W_{总}}\times 100\%=\frac{Gh_A}{Fh_B}\times 100\%=\frac{G}{3F}\times 100\%=\frac{6\text{ N}}{3\times 2.4\text{ N}}\times 100\%\approx 83.3\%$ 。因OB粗细均匀,C为OB的中点,当弹簧测力计缓慢匀速上升 $h_B=0.2\text{ m}$ 时,重心升高 $h_{杠杆}=0.1\text{ m}$ , $W_{有用}=Gh=6\text{ N}\times\frac{1}{3}\times 0.2\text{ m}=0.4\text{ J}$ , $W_{总}=Fs=2.4\text{ N}\times 0.2\text{ m}=0.48\text{ J}$ , $W_{额外}=W_{总}-W_{有用}=0.48\text{ J}-0.4\text{ J}=0.08\text{ J}$ , $G_{杠杆}=\frac{W_{额外}}{h_{杠杆}}=\frac{0.08\text{ J}}{0.1\text{ m}}=0.8\text{ N}$ 。将弹簧测力计由B点移到D点,阻力臂和阻力不变,动力臂减小,动力将增大,杠杆上升的高度h不变,则 $W_{有用}$ 不变,克服杠杆重力做的额外功也不变,故机械效率不变。

11. (1) 400 N (2) 450 N (3) 600 N

**提示:** (1)  $G_1=400\text{ N}$ 时, $\eta=50\%$ ,因滑轮和钢绳的摩擦及箱子重、绳重忽略不计, $\eta=\frac{W_{有用}}{W_{总}}\times 100\%=\frac{G_1h}{G_1h+G_{动}h}\times 100\%=\frac{G_1}{G_1+G_{动}}\times 100\%=\frac{400\text{ N}}{400\text{ N}+G_{动}}\times 100\%=50\%$ ,解得 $G_{动}=400\text{ N}$ 。(2)  $n=2$ , $F=\frac{G_2+G_{动}}{2}=\frac{m_2g+G_{动}}{2}=\frac{50\text{ kg}\times 10\text{ N/kg}+400\text{ N}}{2}=450\text{ N}$ 。(3)  $\eta'=60\%$ 时, $\eta'=\frac{G'}{G'+G_{动}}\times 100\%=\frac{G'}{G'+400\text{ N}}\times 100\%=60\%$ ,解得 $G'=600\text{ N}$ 。

12. (1) 回形针 (2) 刻度尺 秒表

(3)  $\frac{mgh}{t}$  (4) 小 **提示:** (1) 由实验装置知道测量细线对回形针做功的功率即可粗略测定风车在一定风速下做功的功率。(2) 由 $W=Gh=mgh$ 知,要测细线对回形针做的功需要用天平测出回形针的总质量m和用刻度尺测出回形针上升的高度h,要测出细线对回形针做功的功率,需要用秒表测出所用的时间t。(3) 风车做功的功率 $P=\frac{W}{t}=\frac{Gh}{t}=\frac{mgh}{t}$ 。

(4) 线本身有质量,对回形针做功的同时要对线做功,选用较粗重的线做实验时所挂回形针的质量m会偏小,测得风车的功率值偏小。

## 第十二章 机械能和内能

1. B **提示:** 整体上移时,较重的铁球位置下降,其减少的重力势能大于轻质盒盖位置升高所增加的重力势能,整体的重力势能是减小的,减小的重力势能转化为动能。整体向上滚动是依靠铁球的重力势能转化为动能,如减小铁球的质量,可转化的重力势能会减小,向上滚动的能力会变弱,不可能滚过完整的一圈。

2. D **提示:** 不考虑空气阻力,小球从A点到B点时只受重力作用,故受力不平衡,动能一直在增大,从B点到C点的过程中,小球受到的弹力增大,开始时合力向下,小球做加速运动,其动能逐渐增大,当弹力等于重力时,速度最大;小球在C点时,受到的弹力大于重力,受力不平衡;从A点到C点小球的机械能不守恒,部分机械能转化为橡皮筋的弹性势能,最低点时小球的动能为0,故从A点到C点小球重力势能的减小量等于橡皮筋弹性势能的增大量。

3. C **提示:** 实验①用相同燃料通过加热时间的长短来比较吸热多少,不需要控制燃料的质量相同,实验②用不同的燃料加热质量相同的同种液体,通过温度计上升的示数反映吸热的多少。图乙如为实验①的图像,升高 $10^\circ\text{C}$ 图像一加热时间为10 min,图像二加热时间为40 min,两物质吸热之比 $Q_1:Q_2=10\text{ min}:40\text{ min}=1:4$ ,两物质的比热容之比 $c_1:c_2=1:4$ 。图乙如为实验②的图像,图像一对应的物质升温 $\Delta t_1=20^\circ\text{C}$ ,图像二对应的物质升温 $\Delta t_2=10^\circ\text{C}$ ,两杯液体吸热之比 $Q'_1:Q'_2=20^\circ\text{C}:10^\circ\text{C}=2:1$ ,两种燃料的热值之比 $q_1:q_2=2:1$ 。

4. 小于  $2\times 10^4$  2:1 **提示:** 该物质在凝固时放热,内能变小,故第20 min的内能小于第10 min的内能;物质从A点降温到B点,用时5 min, $Q_{放}=cm\Delta t=2.5\times 10^3\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}\times 0.2\text{ kg}\times 10^\circ\text{C}=5\times 10^3\text{ J}$ ,凝固用时20 min, $Q_{凝固放}=4Q_{放}=4\times 5\times 10^3\text{ J}=2\times 10^4\text{ J}$ ;液态降温 $10^\circ\text{C}$ 和固态降温 $20^\circ\text{C}$ 所用时间相等, $Q_{放}$ 相等, $\frac{c_{液}}{c_{固}}=\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}=\frac{2}{1}$ 。

5. (1) 高度 (2) 甲、丙 高度 (3) D (4) B **提示:** (3) 在实验操作中通过观察桌腿陷入沙子的深度来比较物体重力势能的大小,用的是转换法,在探究影响动能大小的因素时,通过小车推动物体移动的距离比较小车的动能大小,也是转换法。(4) 物体做功本领越强,具有的能就越大,比较图乙和图丙,图丙中桌腿陷入沙子的深度更深,即丙实验中物体B落下时做功本领更大,重力势能更大。

6. (1)  $2.52\times 10^7\text{ J}$  (2)  $5.04\times 10^7\text{ J}$  1.2 kg **提示:** (1)  $V=100\text{ L}=0.1\text{ m}^3$ , $m=\rho V=1.0\times 10^3\text{ kg/m}^3\times 0.1\text{ m}^3=100\text{ kg}$ , $Q_{吸}=cm\Delta t=4.2\times 10^3\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}\times 100\text{ kg}\times 60^\circ\text{C}=2.52\times 10^7\text{ J}$ 。