

子的支持力是一对平衡力,则箱子的重力 $G=F=100\text{ N}$,此时机器人对地面的压力: $F_{\text{压}}=G_{\text{总}}=G_{\text{机器人}}+G=800\text{ N}+100\text{ N}=900\text{ N}$,由机器人受到的阻力为其对地面压力的 $\frac{1}{20}$ 可知,机器人受到的阻力: $f=0.05G_{\text{总}}=0.05\times 900\text{ N}=45\text{ N}$,因为机器人沿

水平地面做匀速直线运动,所以机器人的牵引力: $F_{\text{牵}}=f=45\text{ N}$,则这段时间内牵引力所做的功: $W_{\text{牵}}=F_{\text{牵}}s=45\text{ N}\times 30\text{ m}=1\,350\text{ J}$,机器人在水平地面上运动时牵引力做功的功率: $P=\frac{W_{\text{牵}}}{t}=\frac{1\,350\text{ J}}{20\text{ s}}=67.5\text{ W}$ 。

第十二章 简单机械

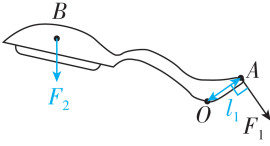
第 1 节 杠杆

刷基础

1. C 【解析】人们日常生活中用起子开瓶盖时,起子绕 A 点转动,所以这个杠杆的支点是 A 点;手对 C 点施加的力使起子转动,所以动力作用点是 C 点;瓶盖对 B 点施加的力阻碍起子转动,所以阻力作用点是 B 点,故 A、B、D 错误,C 正确。故选 C。

2. 如图所示

【解析】过支点 O 向动力 F_1 的作用线作垂线,垂线段为 F_1 的力臂 l_1 ;开启壶盖时,壶盖的重力为阻力,阻力 F_2 的方向竖直向下。



3. D 【解析】设一个钩码的重力为 G ,杠杆一小格的长度为 L ,当杠杆两侧的钩码各取下一个时,左侧力与力臂的乘积 $2G\times 4L=8GL>$ 右侧力与力臂的乘积 $G\times 6L=6GL$,则杠杆不再水平平衡,左侧会下降,故 A 不符合题意;将 A、B 两处所挂的钩码交换位置,左侧力与力臂的乘积 $2G\times 4L=8GL<$ 右侧力与力臂的乘积 $3G\times 6L=18GL$,则杠杆不再水平平衡,右侧会下降,故 B 不符合题意;将右侧钩码取下一个,左侧钩码向支点移动一格,左侧力与力臂的乘积 $3G\times 3L=9GL>$ 右侧力与力臂的乘积 $G\times 6L=6GL$,则杠杆不再水平平衡,左侧会下降,故 C 不符合题意;将左侧钩码向支点移动两格,右侧钩码向支点移动三格,左侧力与力臂的乘积 $3G\times 2L=6GL=$ 右侧力与力臂的乘积 $2G\times 3L=6GL$,杠杆保持水平平衡,故 D 符合题意。故选 D。

4. B 【解析】根据杠杆平衡条件可得, $F_1\times OB=$

关键点拨
利用杠杆平衡条件对两侧力和力臂的乘积进行分析,最后进行判断。

$G\times OA'$,即 $F_1=\frac{OA'}{OB}\times G=\frac{0.9\text{ m}}{0.9\text{ m}+0.3\text{ m}}\times 600\text{ N}=450\text{ N}$,故 B 正确。故选 B。

5. B 【解析】

选项	分析	判断
A	托盘天平在使用过程中,动力臂等于阻力臂	等臂杠杆
B	筷子在使用过程中,动力臂小于阻力臂	费力杠杆
C	钢丝钳在使用过程中,动力臂大于阻力臂	省力杠杆
D	独轮车在使用过程中,动力臂大于阻力臂	省力杠杆

刷易错

6. B 【解析】由图知,杠杆与竖直杆的接触点为支点 O,后端重物对杠杆的拉力 F_1 方向竖直向下,前端提水工具、水及人对杠杆的拉力 F_2 方向竖直向下,过 O 点作 F_1 作用线的垂线段即为阻力臂 l_1 ,过 O 点作 F_2 作用线的垂线段即为动力臂 l_2 ,故 B 符合题意。故选 B。

刷提升

1. A 【解析】水桶对竹竿的拉力竖直向下,前面同学对竹竿的力作用在 M 点,方向为竖直向上,以 N 为支点,因为 MN 的长度大于 PN 的长度,由杠杆平衡条件可知 $F_1<F$,故 B、C、D 错误,A 正确。故选 A。

2. C 【解析】杠杆的动力和阻力一定是作用在杠杆上的力,园艺剪对枝条的压力作用在枝条上,不是杠杆的阻力,枝条对园艺剪的压力是杠杆的阻力,故 A 错误;园艺剪的把手比较长,使用时动力臂大于阻力臂,属于省力杠杆,故 B 错误;将枝条靠近园艺剪的轴处,减

小了阻力臂,而阻力、动力臂不变,由杠杆平衡条件可知,动力变小,所以更加省力,故 C 正确,D 错误。故选 C。

3. C 【解析】碓头的头部较尖,是在压力一定时,通过减小受力面积来增大压强的,故 A 错误;脚踏碓在使用时动力臂小于阻力臂,是费力杠杆,费力但可以省距离,故 B 错误,C 正确;人脚越靠近 O 点,动力臂越小,根据杠杆平衡条件可知在阻力和阻力臂不变时,动力臂越小,越费力,故 D 错误。故选 C。

4. C 【解析】当 $AO:AB=2:7$ 时,杠杆 B 端受到的拉力 $F_B = G_Z = m_Z g = 3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 30 \text{ N}$,由杠杆平衡条件可得 $F_A \cdot AO = F_B \cdot BO$,则杠杆 A 端受到的拉力 $F_A = \frac{BO}{AO} F_B =$

$$\frac{AB-AO}{AO} F_B = \frac{7-2}{2} \times 30 \text{ N} = 75 \text{ N}, \text{ 则甲受到的拉力 } F_{\text{甲}} = F_A = 75 \text{ N}, \text{ 此时甲物体对地面的压力 } F_{\text{压}} = F_{\text{支}} = G_{\text{甲}} - F_{\text{甲}} = 100 \text{ N} - 75 \text{ N} = 25 \text{ N}, \text{ 要使甲物体恰好被细绳拉离地面,甲物体对地面的压力只需减少 } 25 \text{ N}, \text{ 故 A 错误;重为 } 100 \text{ N} \text{ 的甲物体静止在水平地面上时,对地面的压力 } F'_{\text{压}} = G_{\text{甲}} = 100 \text{ N}, \text{ 由 } p = \frac{F}{S} \text{ 可得,甲物体的底面积 } S = \frac{F'_{\text{压}}}{p} = \frac{100 \text{ N}}{5 \times 10^5 \text{ Pa}} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2 > 6 \times 10^{-5} \text{ m}^2, \text{ 故 B 错误;当 } AO:AB=2:7, \text{ 且甲物体恰好被细绳拉离地面时,A 端受到细绳的拉力 } F'_A = G_{\text{甲}} = 100 \text{ N}, \text{ 由杠杆平衡条件可得 } F'_A \cdot AO = F'_B \cdot BO, \text{ 则杠杆 B 端受到的拉力 } F'_B = \frac{AO}{BO} F'_A = \frac{AO}{AB-AO} F'_A = \frac{2}{7-2} \times 100 \text{ N} = 40 \text{ N}, \text{ 因杠杆 B 端受到的拉力等于物体乙的重力,所以,由 } G = mg \text{ 可得,物体乙的质量 } m'_Z = \frac{G'_Z}{g} = \frac{F'_B}{g} = \frac{40 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 4 \text{ kg}, \text{ 则杠杆 B 端所挂物体的质量应增加至 } 4 \text{ kg}, \text{ 故 C 正确;移动支点 O 的位置,设甲物体恰好被细绳拉离地面时 } \frac{AO}{AB} = k, \text{ 由杠杆的平衡条件可得, } F'_A \cdot AO = F_B \cdot BO, \text{ 即 } 100 \text{ N} \times kAB = 30 \text{ N} \times (AB - kAB), \text{ 解得 } k = \frac{3}{13}, \text{ 即 } AO:AB=3:13, \text{ 故 D 错误。}$$

$$S = \frac{F'_{\text{压}}}{p} = \frac{100 \text{ N}}{5 \times 10^5 \text{ Pa}} = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2 > 6 \times 10^{-5} \text{ m}^2, \text{ 故 B 错误;当 } AO:AB=2:7, \text{ 且甲物体恰好被细绳拉离地面时,A 端受到细绳的拉力 } F'_A = G_{\text{甲}} = 100 \text{ N}, \text{ 由杠杆平衡条件可得 } F'_A \cdot AO = F'_B \cdot BO, \text{ 则杠杆 B 端受到的拉力 } F'_B = \frac{AO}{BO} F'_A = \frac{AO}{AB-AO} F'_A = \frac{2}{7-2} \times 100 \text{ N} = 40 \text{ N}, \text{ 因杠杆 B 端受到的拉力等于物体乙的重力,所以,由 } G = mg \text{ 可得,物体乙的质量 } m'_Z = \frac{G'_Z}{g} = \frac{F'_B}{g} = \frac{40 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 4 \text{ kg}, \text{ 则杠杆 B 端所挂物体的质量应增加至 } 4 \text{ kg}, \text{ 故 C 正确;移动支点 O 的位置,设甲物体恰好被细绳拉离地面时 } \frac{AO}{AB} = k, \text{ 由杠杆的平衡条件可得, } F'_A \cdot AO = F_B \cdot BO, \text{ 即 } 100 \text{ N} \times kAB = 30 \text{ N} \times (AB - kAB), \text{ 解得 } k = \frac{3}{13}, \text{ 即 } AO:AB=3:13, \text{ 故 D 错误。}$$

$$\frac{AO}{BO} F'_A = \frac{AO}{AB-AO} F'_A = \frac{2}{7-2} \times 100 \text{ N} = 40 \text{ N}, \text{ 因杠杆 B 端受到的拉力等于物体乙的重力,所以,由 } G = mg \text{ 可得,物体乙的质量 } m'_Z = \frac{G'_Z}{g} = \frac{F'_B}{g} = \frac{40 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 4 \text{ kg}, \text{ 则杠杆 B 端所挂物体的质量应增加至 } 4 \text{ kg}, \text{ 故 C 正确;移动支点 O 的位置,设甲物体恰好被细绳拉离地面时 } \frac{AO}{AB} = k, \text{ 由杠杆的平衡条件可得, } F'_A \cdot AO = F_B \cdot BO, \text{ 即 } 100 \text{ N} \times kAB = 30 \text{ N} \times (AB - kAB), \text{ 解得 } k = \frac{3}{13}, \text{ 即 } AO:AB=3:13, \text{ 故 D 错误。}$$

$$m'_Z = \frac{G'_Z}{g} = \frac{F'_B}{g} = \frac{40 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 4 \text{ kg}, \text{ 则杠杆 B 端所挂物体的质量应增加至 } 4 \text{ kg}, \text{ 故 C 正确;移动支点 O 的位置,设甲物体恰好被细绳拉离地面时 } \frac{AO}{AB} = k, \text{ 由杠杆的平衡条件可得, } F'_A \cdot AO = F_B \cdot BO, \text{ 即 } 100 \text{ N} \times kAB = 30 \text{ N} \times (AB - kAB), \text{ 解得 } k = \frac{3}{13}, \text{ 即 } AO:AB=3:13, \text{ 故 D 错误。}$$

方法归纳

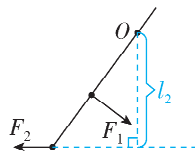
画力臂可按下列三个步骤进行:

(1) 画力的作用线;过力的作用点沿力的方向画一条直线,即为力的作用线。

(2) 过支点作力的作用线的垂线。

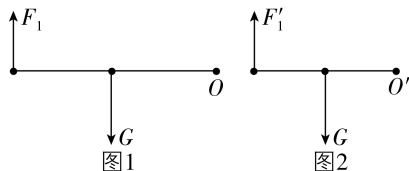
(3) 垂线段即为力臂,标出力臂的符号。

5. 如图所示



刷素养

6. B 【解析】将一块质量分布均匀的长方体水泥板的一端抬离地面,相当于一个杠杆,画出简单的示意图,如图 1、图 2 所示:



在图 1 中, O 为支点,由于长方体水泥板的质量分布均匀,所以重力(阻力)的作用点在杠杆的中点,这样动力臂等于阻力臂的 2 倍,根据杠杆的平衡条件可知,动力等于阻力的

二分之一,即 $F_1 = \frac{1}{2} G$; 在图 2 中, O' 为支

点,由于长方体水泥板的质量分布均匀,所以重力(阻力)的作用点在杠杆的中点,这样动力臂等于阻力臂的 2 倍,根据杠杆的平衡条件可知,动力等于阻力的二分之一,即 $F'_1 = \frac{1}{2} G$,水泥板的重力一定,所以动力 F_1 、 F'_1 的大

小关系是: $F_1 = F'_1$, 故 B 正确。故选 B。

实验 11 探究杠杆的平衡条件



刷实验

1. (1) 力的大小 (2) 力臂的大小 (3) 左

(4) 3 省力 (5) A (6) ③

【解析】(1) 图甲(a)中杠杆初始平衡,减少一

侧钩码数量(改变了力的大小),杠杆倾斜。其他条件不变,仅力的大小改变,杠杆不再平衡,则猜想杠杆平衡与力的大小有关。(2) 图

甲(b)中用带杆滑轮推右侧悬线,改变了右侧力的方向(等效改变了力臂长度,力臂是支点到力的作用线的距离),杠杆倾斜。力的大小不变,力臂改变,杠杆不再平衡,则猜想杠杆平衡与力臂的大小有关。(3) 杠杆平衡调节遵循“左低右调,右低左调”。图乙中杠杆左端高,右端低;为使杠杆在水平位置平衡,应将平衡螺母向左端调节。(4) 设每个钩码重

关键点拨

实验前,调节杠杆使其在水平位置平衡时,若杠杆左端低,则将平衡螺母往右调,若杠杆右端低,则将平衡螺母往左调,简记为“左低右调,右低左调”。

力为 G , 杠杆每小格长度为 l 。根据杠杆平衡条件, A 点挂 2 个钩码 ($F_1 = 2G, l_1 = 3l$), B 点力臂 $l_2 = 2l$, 则 $F_2 = \frac{2G \times 3l}{2l} = 3G$, 即应在 B 点挂 3 个钩码。因为动力臂为 $3l$, 阻力臂为 $2l$, 动力臂大于阻力臂, 所以此时的杠杆属于省力杠杆。(5) 多次实验 (改变力和力臂的大小组合), 分析数据发现“动力 \times 动力臂”与“阻力 \times 阻力臂”的数值始终相等。则杠杆平衡条件是动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂。“动力 + 动力臂 = 阻力 + 阻力臂”无物理意义, 力和力臂是不同物理量, 不能直接相加。故 A 符合题意, B 不符合题意。故选 A。(6) 图丁中左侧 $F'_1 = 2G$, 动力臂 $l'_1 = nl$; 右侧 $F'_2 = 2G$, 绳与杠杆夹角为 30° , 根据几何关系可知阻力臂 $l'_2 = \frac{1}{2} \times 4l = 2l$, 根据杠杆平衡条件可得 $2G \times nl = 2G \times 2l$, 则 $n = 2$ 。所以应将左侧的 2 个钩码悬挂至 ③ 位置。

2. (1) 水平 (2) D b (3) 没有改变钩码的数量和位置进行多次实验, 结论可能具有偶然性 (合理即可) (4) 动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂 3

【解析】(1) 调节圆盘的直径上 AB 两端的平衡螺母让 AB 在水平位置平衡, 这样可使力臂在 AB 上, 便于直接读出力臂。(2) AO 与 OB 的长度相等, 在 A 点和 B 点各挂两个钩码, 杠杆平衡; 若将 B 点的两个钩码挂在 C 点或 D 点, 由题意知, BD 垂直于 AB , 故 D 点与 B 点的支点到力的作用线的距离相同, 即力臂相同, 根据杠杆平衡条件, 将 B 点的两个钩码挂在 D 点时, 动力和动力臂、阻力和阻力臂均不变, 此时杠杆仍能平衡。(3) 该实验过程存在的问题是没有改变钩码的数量和位置进行多次实验, 结论可能具有偶然性。(4) 根据杠杆的平衡条件: 动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂, 若把 B 点的钩码去掉, 在 E 点挂钩码, 设每个钩码重力为 G , 根据题图, 则有 $F_A l_A = F_E l_E, 2G \times 3 = F_E \times 2$, 解得 $F_E = 3G$, 即需要在 E 点挂 3 个钩码才能让圆盘继续保持静止。

思路分析

(1) 调节圆盘的直径上 AB 两端的平衡螺母, 使 AB 在水平位置平衡;
(2) 根据影响杠杆平衡的因素分析;
(3) 没有改变钩码的数量和位置进行多次实验, 结论可能具有偶然性;
(4) 根据杠杆平衡条件分析计算。

关键点拨

由题图和题意可知, O 为支点, 力 F_1 方向向下, 动力和阻力使杠杆转动的效果相反, 则力 F_2 方向应向上; 过力臂 L_2 的右端垂直于 L_2 画出力 F_2 的作用线, 力 F_2 作用在杠杆上。

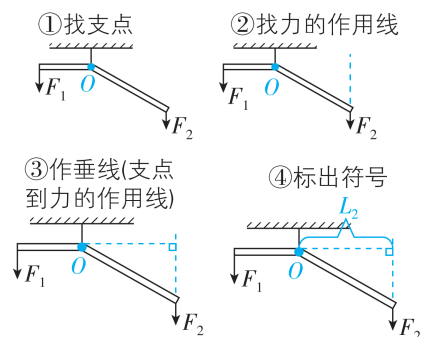
大招专题 8 杠杆作图与最小力问题



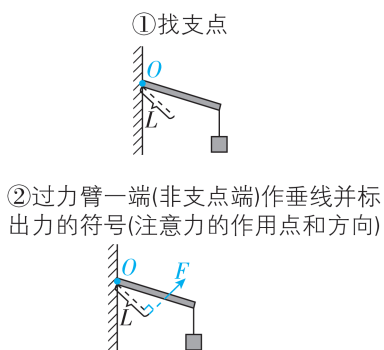
刷难关

大招解读 | 杠杆五要素作图

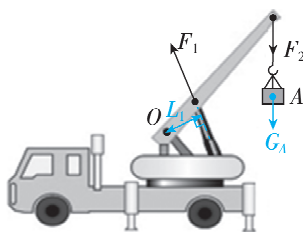
(1) 已知力, 画力臂



(2) 已知力臂, 画力

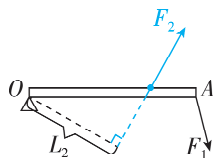


1. 如图所示



【解析】过货物 A 的重心作竖直向下的力, 即为货物 A 所受重力的示意图; 作出动力 F_1 的作用线, 从支点 O 作动力 F_1 作用线的垂线, 垂线段即为动力臂 L_1 。

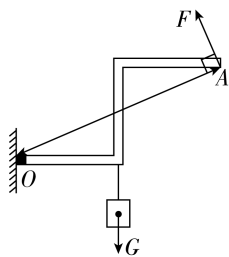
2. 如图所示



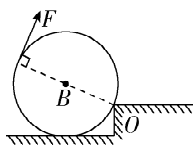
大招解读 | 杠杆最小力问题

根据杠杆平衡条件画出最小的力的实质是寻找最长力臂。

1. 如果动力作用点已经给出, 则支点到动力作用点的距离就是最长的动力臂, 垂直于最长动力臂的动力最小。



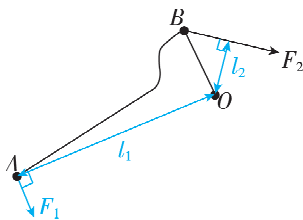
2. 如果动力作用点没有确定,则选择杠杆上离支点最远的点作为动力作用点,支点到动力作用点的距离即为最长的动力臂,垂直于最长动力臂的动力最小。



注意:使杠杆平衡的两个力,同侧反向,异侧同向。

3. 省力 F_1 【解析】题图中竖直向上用力时,铁镐撬动冰块,动力臂大于阻力臂,是省力杠杆。如果 B 为支点,阻力方向向下,阻力臂不变,要想使作用在铁镐上的动力最小,由杠杆平衡条件可知,应让动力臂最大,因此最小动力是 F_1 。

4. 如图所示



5. 1 000 【解析】根据杠杆平衡条件可知,当以 O 为支点且动力臂为 OA 时,撬动石头所需的动力最小,最小动力为 100 N, $OC = 0.1 \text{ m}$, $BC = 0.1 \text{ m}$, $BA = 0.8 \text{ m}$, 则 $OA = 1 \text{ m}$; 根据杠杆平衡条件可得 $F_{\text{动}} \cdot OA = F \cdot OC$, 即 $100 \text{ N} \times 1 \text{ m} = F \times 0.1 \text{ m}$, 解得 $F = 1\,000 \text{ N}$ 。

6. D 【解析】根据杠杆平衡条件知,阻力和阻力臂一定时,要使所用的动力最小,必须使动力臂最长。若从图中 A、B、C、D 四点中选择一点施加竖直向上的力,将后轮略微提起,则支点在前轮中心,因为动力的方向是竖直向上的,所以在 D 点施加竖直向上的力时,动力臂是最大的,所用的力是最小的。故选 D。

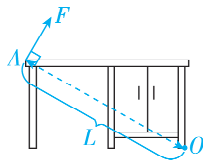
7. D 【解析】当轮子遇到固定障碍物时,可将拉杆箱看作杠杆,与障碍物接触的点看成支

关键点拨

由杠杆平衡条件可知,在阻力跟阻力臂的乘积一定时,动力臂越长,动力越小,连接 OA 即为最长动力臂 l_1 , 过 A 点作垂直于动力臂的向下的力 F_1 ; 过 O 点作 F_2 的作用线的垂线,垂线段为阻力臂 l_2 。

点,动力最小时拉杆箱最易被推倒;阻力为 G,阻力臂为 L_2 ,动力为 F,动力臂为 L_1 ,根据杠杆的平衡条件可知动力 $F = \frac{GL_2}{L_1}$, 其中 G 不变,当 L_2 越小、 L_1 越大时, F 越小,因此 D 图中的动力最小。故选 D。

8. 如图所示



【解析】由题意和题图知,该办公桌右侧带有书柜,故该办公桌的重心偏右,要用最小的力抬起办公桌的一端,支点应在右下角 (O 点),在阻力和阻力臂不变时,根据杠杆的平衡条件知,动力臂越长,动力越小,故动力作用点应在桌子的左上角 (A 点),连接 OA, OA 就是最长的动力臂,然后作垂直于 OA 向上的力,即为使办公桌一端抬离地面的最小力的示意图。

第 2 节 跨学科实践:制作简易杆秤



刷实践

1. 【项目实施】(1) $F_1 L_1 = F_2 L_2$ (或动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂) (2) ⑤水平 ⑨ABC 【项目拓展】5:7 【解析】【项目实施】(1) 杠杆的工作原理是 $F_1 L_1 = F_2 L_2$ (或动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂)。(2) ⑤秤盘中不放物体,手提提纽,移动秤砣,使秤杆处于水平平衡时,此时在秤砣所挂位置应标上“0”;⑨秤盘中不放物体时,若秤杆的重心在提纽的右侧,则杆秤上的零刻度线在提纽的左侧,若重心在提纽处,则杆秤上的零刻度线在提纽处,若重心在提纽的左侧,则杆秤上的零刻度线在提纽的右侧,故 ABC 正确;若杆秤上的零刻度线在远离秤盘的端点,则秤盘上放物体时,秤砣不能向远离秤盘处移动,杆秤不能正常使用,故 D 错误。故选 ABC。【项目拓展】从图 4 可知,加水 1 kg 开始,力传感器受到的拉力为 6 N,此时细杆 a 对杠杆向上的拉力 $F_{\text{拉}} = 6 \text{ N}$,此时水箱水面和物体 M 的下表面齐平,由杠杆的平衡条件得: $G \cdot OB = F_{\text{拉}} \cdot OA$, $G = \frac{OA}{OB} F_{\text{拉}} = \frac{1}{3} \times 6 \text{ N} = 2 \text{ N}$,加水 2 kg 开

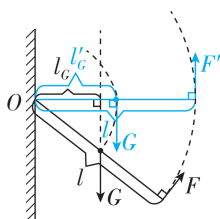
始,力传感器示数不变,故此时物体 M 恰好浸没在水中,根据力的作用是相互的可知,力传感器受到的压力等于细杆 a 对杠杆向下的压力, $F_{\text{压}} = 24 \text{ N}$, 由杠杆的平衡条件得: $F_B \cdot OB = F_{\text{压}} \cdot OA$, $F_B = \frac{OA}{OB} F_{\text{压}} = \frac{1}{3} \times 24 \text{ N} = 8 \text{ N}$, 物体 M 浸没时受到的浮力 $F_{\text{浮}} = F_B + G = 8 \text{ N} + 2 \text{ N} = 10 \text{ N}$, 加水 1 kg 到 2 kg 的过程中, 物体 M 受到的浮力 $F_{\text{浮}} = S_M h_{\text{浸}} \rho_{\text{水}} g = S_M \cdot \frac{m-1 \text{ kg}}{\rho_{\text{水}}(S_{\text{容}}-S_M)} \cdot \rho_{\text{水}} g$, 所以此过程中浮力的大小与加水质量呈线性关系, 加水 1.1 kg 时, 物体 M 受到的浮力 $F'_{\text{浮}} = \frac{10 \text{ N}}{2 \text{ kg}-1 \text{ kg}} \times (1.1 \text{ kg}-1 \text{ kg}) = 1 \text{ N}$, 加水 1.1 kg 时, 水箱对水平面的压力 $F_1 = G_{\text{容}} + G_{\text{水}} + F' = G_{\text{容}} + G_{\text{水}} + F'_{\text{浮}} = m_{\text{容}} g + m_{\text{水}} g + F'_{\text{浮}} = 0.8 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} + 1.1 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} + 1 \text{ N} = 20 \text{ N}$, 加水 1.1 kg 时, B 端受到拉力 $F_{B\text{拉}} = F'_{B\text{拉}} = G - F'_{\text{浮}} = 2 \text{ N} - 1 \text{ N} = 1 \text{ N}$, 由杠杆的平衡条件得: $F_{B\text{拉}} \cdot OB = F_{A\text{拉}} \cdot OA$, $F_{A\text{拉}} = \frac{OB}{OA} F_{B\text{拉}} = 3 \times 1 \text{ N} = 3 \text{ N}$, 即 $F = F_{A\text{拉}} = 3 \text{ N}$, $3F = 9 \text{ N}$, 此时细杆 a 对杠杆的作用力 $F_A = 9 \text{ N}$, 由杠杆的平衡条件得 $F'_B \cdot OB = F_A \cdot OA$, $F'_B = \frac{OA}{OB} F_A = \frac{1}{3} \times 9 \text{ N} = 3 \text{ N}$, 此时物体 M 受到的浮力 $F'_{\text{浮}1} = G + F'_B = 5 \text{ N}$, 则 $F'_{\text{浮}1} = \frac{10 \text{ N}}{2 \text{ kg}-1 \text{ kg}} \times (m'-1 \text{ kg}) = 5 \text{ N}$, 此时加水的质量 $m' = 1 \text{ kg} + \frac{1 \text{ kg}}{10 \text{ N}} \times 5 \text{ N} = 1.5 \text{ kg}$, 此时水箱对水平面的压力 $F_2 = m_{\text{容}} g + m' g + F'' = m_{\text{容}} g + m' g + F'_{\text{浮}1} = 0.8 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} + 1.5 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} + 5 \text{ N} = 28 \text{ N}$, $p_1 : p_2 = \frac{F_1}{S_{\text{容}}} : \frac{F_2}{S_{\text{容}}} = 20 \text{ N} : 28 \text{ N} = 5 : 7$ 。

大招专题9 杠杆的动态平衡

刷难关

大招解读 | 杠杆的动态平衡

(1) 力 F 始终与杠杆垂直

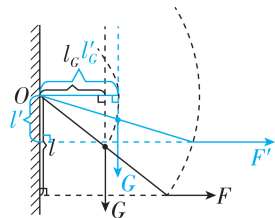


关键点拨

杠杆平衡的动态问题首先要确定五要素中不变的要素,利用杠杆平衡条件列出变化的要素之间的关系,再判断具体的力和力臂的变化情况。

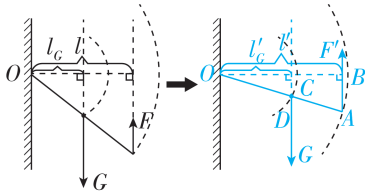
杠杆在转动过程中(转过水平位置), l 不变, l_c 先变大再变小, G 不变, 由 $Fl = Gl_c$ 可知, F 先变大后变小。

(2) 力 F 始终在水平方向上



杠杆由图示中较低的位置转至水平位置前, l_c 增大, l 减小, 由 $Fl = Gl_c$ 知, F 变大。

(3) 【拓展】力 F 始终在竖直方向上



由杠杆平衡条件知 $Fl = Gl_c$, 则 $F = G \frac{l_c}{l}$, 又因为 $\triangle OCD$ 相似于 $\triangle OBA$, 所以 $\frac{l_c}{l} = \frac{OD}{OA}$, 即 $\frac{l_c}{l}$ 是一个定值, G 大小不变, 所以 F 也是一个定值, 即 F 大小不变。

1. D 【解析】

选项	分析	结论
A	$OB = AB$, O 为支点, 阻力臂为动力臂的 2 倍, 根据杠杆的平衡条件可知 $F \times OB = G \times OA$, 拉力 F 的大小为物重的 2 倍	×
B	当重物悬挂点右移时, 动力臂、阻力不变, 阻力臂变小, 则动力 F 将变小	×
C	保持杠杆在水平位置平衡, 将拉力 F 转至虚线位置时, 动力臂变小, 因为阻力与阻力臂不变, 由杠杆的平衡条件可知, 动力变大, 即 F 变大	×
D	$G \times OA = F \times OB$, 若物重减小 2 N , 根据杠杆的平衡条件可知, $(G - 2 \text{ N}) \times OA = F' \times OB$, $F' = F - 4 \text{ N}$, 则 F 的减小量为 4 N	√

2. 55 不变 变小 【解析】轻质杠杆 OA 的中点处悬挂重为 110 N 的物体, 杠杆在水平位置

平衡,动力臂与阻力臂的关系为 $L_{OA} = 2L_G$,由
 杠杆平衡条件可知 $FL_{OA} = GL_G$,则力 F 的大小
 为 $F = \frac{GL_G}{L_{OA}} = \frac{1}{2} \times 110 \text{ N} = 55 \text{ N}$;将杠杆从水平位
 置匀速提升到图中虚线位置的过程中,保持 F
 的方向始终与 OA 垂直,则动力 F 的力臂都
 是 L_{OA} ,即动力臂不变,阻力等于物体的重
 力,阻力不变,此过程中,阻力臂会变小,所以
 动力 F 会变小。

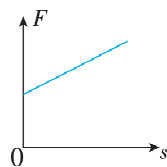
3. A 【解析】杠杆的支点为 O ,阻力为 G ,保持
 不变,动力 F 与杠杆的角度始终为 α ,则动力
 臂不变,将杠杆从竖直位置转动到水平位置
 的过程中,阻力臂始终在变大,根据杠杆的平
 衡条件知, $Fl_1 = Gl_2$,动力 $F = \frac{Gl_2}{l_1}$,因动力臂 l_1
 不变,阻力臂 l_2 始终在变大,则动力 F 始终在
 变大,故 A 正确, B 错误;转动过程中,阻力臂
 先小于动力臂,此时为省力杠杆,阻力臂始终
 在变大,当阻力臂等于动力臂时,为等臂杠
 杆,当阻力臂大于动力臂时,为费力杠杆,故
 C、D 错误。故选 A。

4. 变大 变小 变大 【解析】阻力为木棒的重
 力,在杠杆转动过程中,重力大小不变,木棒
 在竖直位置时,重力的力臂为 0,转到虚线位
 置过程中,重力力臂变大, F 的力臂变小,根据
 杠杆平衡条件可得,阻力与阻力臂的乘积增
 大,而动力臂变小,所以动力逐渐变大,即拉
 力 F 变大。

5. B 【解析】以木棒与地面的接触点为支点,设
 木棒与墙壁的接触点到地面的距离为 h ,木棒与
 地面的接触点到墙壁的距离为 L ,根据杠杆平衡
 条件及数学知识可得 $F \times h = G \times \frac{1}{2}L$,解得 $F =$
 $\frac{GL}{2h}$,现让木棒的位置变至虚线所示位置,木棒质
 量不变,故重力 G 不变,且 L 变大、 h 变小,故力
 F 变大,故 B 正确。故选 B。

6. B 【解析】杠杆水平静止,拉力 F 绕作用点 A 转
 动,阻力、阻力臂不变,当 $\theta = 90^\circ$ 时,动力臂最
 大,根据杠杆平衡条件可知,此时动力最小;当
 $\theta = 0^\circ$ 或 180° 时,动力臂为 0,此时杠杆无法水平
 平衡,故 B 符合实际。故选 B。

7. 如图所示



【解析】由题图甲可知 A 为支点,假设拉力 F 为
 动力,则动力臂等于整个主梁的长度,将其设
 为 L , L 保持不变。重物对主梁的拉力为阻力,大
 小等于重物的重力 G ,其力臂为 s ,主梁自身的重
 力 G_0 也是阻力,其力臂为 $\frac{1}{2}L$,根据杠杆的平衡

条件可得 $FL = \frac{1}{2}G_0L + Gs$,则 $F = \frac{1}{2}G_0 + \frac{Gs}{L}$ 。因
 G_0 、 G 、 L 均不变,故拉力 F 与重物到支点 A 的距
 离 s 的图像是一次函数图像,且拉力随 s 的增大
 而增大,但当 $s = 0$ 时, F 不为 0。

第 3 节 滑轮



刷基础

关键点拨

- (1) 定滑轮不省力,不省距离,可以改变力的方向。
- (2) 动滑轮可以省力,但费距离,不能改变力的方向。

1. B 【解析】由图可知,滑轮位置固定不动,属
 于定滑轮;使用定滑轮不省力,但可以改变力
 的方向,故 A、C、D 错误, B 正确。故选 B。

2. C 【解析】 A 为固定在地面上的柱子,若小明
 获胜或小亮获胜,滑轮会向左或向右移动,滑
 轮为动滑轮,故 A 错误;滑轮为动滑轮,忽略
 绳与滑轮间的摩擦力,使用动滑轮省一半
 力,假设动滑轮静止,小明施加的力等于小亮
 施加力的一半,则当 $F_1 = F_2$ 时,滑轮将左
 移,小明获胜,故 B 错误, C 正确;滑轮左移, M
 点移动的距离等于 N 点移动距离的 2 倍,故
 D 错误。故选 C。

3. B 【解析】打结的绳子有多股一起拉动大
 树,相当于滑轮组,可以省力,但不能省距
 离,绳子自由端相当于绕过动滑轮,所以该段
 绳子不能改变力的方向,故选 B。

4. 2.4 1.2 5 【解析】由图知,弹簧测力计
 的分度值为 0.2 N,则测力计的读数为
 2.4 N,即绳端拉力大小为 2.4 N;由图可知
 $n = 3$,不计绳重和摩擦,则绳端的拉力 $F =$
 $\frac{1}{3}(G + G_{\text{动}})$,所以动滑轮的重力 $G_{\text{动}} = 3F - G =$
 $3 \times 2.4 \text{ N} - 6 \text{ N} = 1.2 \text{ N}$;由 $s = 3h$ 可得钩码上升
 的高度 $h = \frac{1}{3}s = \frac{1}{3} \times 15 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$ 。

5. A 【解析】由轮和轴组成,能绕共同轴线旋
 转的机械叫轮轴;扳手、水龙头、方向盘都属

于轮轴,盘山公路属于斜面,故 A 符合题意,BCD 不符合题意。故选 A。

刷易错

6. **D** 【解析】不计绳重、滑轮重和摩擦,图甲是动滑轮, $n=2$,动滑轮不能改变力的方向,但是可以省一半的力,所以 $F_{甲} = \frac{1}{2}G_{物} = \frac{1}{2} \times 200 \text{ N} = 100 \text{ N}$,拉力端移动的距离 $s = 2h = 2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$,故 A、B 错误;图乙是动滑轮,拉力作用在动滑轮的挂钩上,拉力 $F_{乙} = 2G_{物} = 400 \text{ N}$,拉力端移动的距离 $s' = \frac{1}{2}h = \frac{1}{2} \times 2 \text{ m} = 1 \text{ m}$,故 C 错误,D 正确。故选 D。

刷提升

1. **A** 【解析】将人、吊篮、动滑轮和货物看成一个整体,这个整体被三段绳子匀速提升,则有 $3F = G_{总} + G_{人} = 240 \text{ N} + 600 \text{ N} = 840 \text{ N}$,解得人的拉力 $F = \frac{1}{3} \times 840 \text{ N} = 280 \text{ N}$ 。

2. **BD** 【解析】由图可知,动滑轮上绳子段数为 3,不计绳重、测力计的重力、轮与轴间的摩擦及滑轮重,绳端的拉力 $F = \frac{1}{3}f = \frac{1}{3} \times 18 \text{ N} = 6 \text{ N}$,所以测力计示数为 6 N,故 A 错误,B 正确;由题意可知 $s_{绳} = 3s_{物}$,所以 $v_{绳} = 3v_{物}$,则 A 移动的速度 $v_{物} = \frac{1}{3}v_{绳} = \frac{1}{3} \times 0.6 \text{ m/s} = 0.2 \text{ m/s}$,故 C 错误;物体在 4 s 内通过的距离 $s'_{物} = v_{物}t = 0.2 \text{ m/s} \times 4 \text{ s} = 0.8 \text{ m}$,故 D 正确。故选 BD。

3. **AC** 【解析】由图可知,上面的滑轮是定滑轮,绳子 a 一端在定滑轮上,一端在天花板上,所受的力大小为定滑轮两侧细绳上的拉力以及定滑轮的重力之和,即: $F_a = 60 \text{ N} + 60 \text{ N} + 20 \text{ N} = 140 \text{ N}$,故 A 正确。和拉环连接的滑轮是动滑轮,该滑轮移动的距离等于绳端移动距离的一半,拉环向下移动 10 cm,动滑轮向下移动 10 cm,绳端移动 20 cm,所以弹簧拉伸 20 cm,故 B 错误。由图乙可知弹簧在弹性限度内最大拉力为 400 N,最大伸长量为 80 cm, $\frac{400 \text{ N}}{80 \text{ cm}} = \frac{300 \text{ N}}{\Delta x}$, $\Delta x = 60 \text{ cm}$,即弹簧拉力为 300 N 时,弹簧拉伸 60 cm,结合图甲可知拉环向下移动 30 cm,故 C 正确。由图乙可知,弹簧最大拉力为 400 N,动滑轮上左右两

易错警示

在不考虑摩擦、滑轮重和绳重的情况下,使用动滑轮通常可以省一半的力,但不是一定都能省一半的力,要结合实际情况分析拉力大小。

易错警示

当用滑轮组拉动物体在水平面上匀速运动时,通常 $F = \frac{1}{n}f$ 。

关键点拨

A 处的滑轮为定滑轮,另外两个为动滑轮,逐个分析两个动滑轮的受力情况;对于左侧的动滑轮, $F_2 = 2F_1$;对于右侧动滑轮, $F_3 = 2F_2$ 。

侧绳子受到的最大拉力为 400 N,故拉环受到的拉力最大为 $F_{拉环} = 400 \text{ N} \times 2 - 20 \text{ N} = 780 \text{ N}$,故 D 错误。故选 AC。

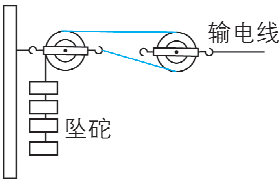
4. **轮轴 A** 【解析】内六角扳手相当于轮轴;将扳手上的 A 点插入螺丝后,力作用在 B 端,长柄为轮半径;反之将 B 点插入螺丝后,力只能作用在 A 端,轮半径更短,根据杠杆的平衡条件可知,将扳手上的 A 点插入螺丝后使用更省力。

5. 如图所示



【解析】题左图滑轮组只有一个动滑轮,承担重物绳子的段数最多为 3,题右图滑轮组中有两个动滑轮,但只有一个定滑轮,故承担重物绳子的段数最多为 4,应选择题右图滑轮组,绕线情况如答案图所示。

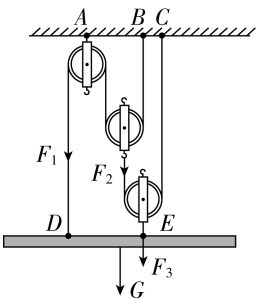
6. 如图所示



【解析】题图中滑轮组由一个定滑轮和一个动滑轮组成,为使输电线绷直且用力最小,则绳子应系在定滑轮右边的挂钩上,然后依次绕过动滑轮、定滑轮。

刷素养

7. **B** 【解析】分析滑轮组中的受力情况如图:



根据动滑轮和定滑轮的连接方式以及动滑轮上绕有的绳子段数,可知, $F_3 = 2F_2 = 4F_1$ ①,并且绳子对 B 点的拉力大小等于 F_1 ,对木板进行受力分析可得 $F_1 + F_3 = G = 700 \text{ N}$ ②,联立 ① ②,可得 $5F_1 = G = 700 \text{ N}$,则 $F_1 = 140 \text{ N}$,故 B 正确,故选 B。

第4节 机械效率

课时1 认识机械效率

刷基础

1. B 【解析】使用任何机械都不能省功,故 A 错误。使用该机械是为了提水,因此克服水的重力做的功是有用功,克服桶的重力和摩擦力做的功是额外功,故 B 正确,C 错误。该装置的总功除了克服水和桶的重力做的功,还有克服摩擦力做的功,故 D 错误。故选 B。

2. D 【解析】由图可知, $n=2$,则绳子自由端移动的距离 $s=nh=2\times 10\text{ cm}=20\text{ cm}$,故 A 不正确;克服物重做的有用功 $W_{\text{有}}=G_{\text{物}}h=2\text{ N}\times 0.1\text{ m}=0.2\text{ J}$,故 B 不正确;拉力做的总功为 $W_{\text{总}}=F_{\text{拉}}s=1.2\text{ N}\times 0.2\text{ m}=0.24\text{ J}$,故 C 不正确;额外功为 $W_{\text{额}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有}}=0.24\text{ J}-0.2\text{ J}=0.04\text{ J}$,故 D 正确。故选 D。

3. C 【解析】拉力做的总功: $W_{\text{总}}=Fs=5\text{ N}\times 1\text{ m}=5\text{ J}$,故 A 错误;有用功 $W_{\text{有}}=Gh=10\text{ N}\times 0.4\text{ m}=4\text{ J}$,故 B 错误;额外功 $W_{\text{额}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有}}=5\text{ J}-4\text{ J}=1\text{ J}$,故 C 正确;由 $W_{\text{额}}=fs$ 可得,物体受到的摩擦力 $f=\frac{W_{\text{额}}}{s}=\frac{1\text{ J}}{1\text{ m}}=1\text{ N}$,故 D 错误。故选 C。

4. 8 7.2 0.8 【解析】拉力所做的功 $W_{\text{总}}=Fs=16\text{ N}\times 0.5\text{ m}=8\text{ J}$,有用功 $W_{\text{有}}=Gh=36\text{ N}\times 0.2\text{ m}=7.2\text{ J}$,额外功 $W_{\text{额}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有}}=8\text{ J}-7.2\text{ J}=0.8\text{ J}$ 。

5. B 【解析】在剪纸时,目的是剪纸,所以用于剪纸做的功是有用功,作用在剪刀上的动力做的功为总功。所用剪刀的机械效率为 80%,表示若作用在剪刀的动力做功 1 J,则有 0.8 J 的功用于剪纸,0.2 J 的功为额外功,故 ACD 错误,B 正确。故选 B。

6. B 【解析】机械效率表示有用功与总功的比值,甲的机械效率较大,说明甲机械的有用功与总功的比值较大,不能说明甲机械做的有用功一定比乙机械做的有用功多,故 A 错误;机械效率表示有用功与总功的比值,有用功相同时,甲机械做的总功少,故 B 正确;机械效率与功率没有必然联系,通过机械效率大小关系无法得出功率大小关系,故 C 错误;由于总是存在能量损耗,所以甲机械的机械效率不可以达到 100%,故 D 错误。故选 B。

刷有所得

(1)使用任何机械都不能够省功。
(2)使用该机械的目的是提水,所以克服水的重力做的功是有用功。而为达到目的,不得不做的但对我们没用的功就是额外功。

关键点拨

机械效率是指有用功在总功中所占的百分比,根据题意分析清楚有用功、额外功及总功是解题的关键。

刷易错

7. C 【解析】

- | | |
|---|---|
| A | 功率是表示做功快慢的物理量,机械效率是有用功与总功的比值,两者没有必然联系,功率大的机械,机械效率不一定高,A 错 |
| B | 做功多的机械,机械效率不一定高,B 错 |
| C | 做相同的有用功的机械,额外功少的机械效率高,C 对 |
| D | 省力的机械,机械效率不一定高,D 错 |

课时2 计算和测量机械效率

刷基础

1. D 【解析】由图可知动滑轮上承重绳子的股数为 $n=3$,不计绳重及摩擦,根据 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ 可知,动滑轮的重力为 $G_{\text{动}}=3F-G_{\text{物}}=3\times 200\text{ N}-480\text{ N}=120\text{ N}$,故 A 错误;滑轮组做的有用功为 $W_{\text{有}}=G_{\text{物}}h=480\text{ N}\times 5\text{ m}=2\text{ 400 J}$,故 B 错误;使用滑轮组时,需克服动滑轮重做额外功,机械效率不可能达到 100%,故 C 错误;拉力 F 做的功为 $W_{\text{总}}=Fs=Fnh=200\text{ N}\times 3\times 5\text{ m}=3\text{ 000 J}$,故 D 正确。故选 D。

2. A 【解析】物体在斜面上受到重力、拉力、支持力和摩擦力,将物体拉至斜面顶端的过程中所做的有用功为 $W_{\text{有}}=Gh=5\text{ N}\times 0.3\text{ m}=1.5\text{ J}$,所做的总功为 $W_{\text{总}}=Fs=2\text{ N}\times 1.2\text{ m}=2.4\text{ J}$,则此过程所做的额外功为 $W_{\text{额}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有}}=2.4\text{ J}-1.5\text{ J}=0.9\text{ J}$,由 $W_{\text{额}}=fs$ 可得,摩擦力为 $f=\frac{W_{\text{额}}}{s}=\frac{0.9\text{ J}}{1.2\text{ m}}=0.75\text{ N}$,此斜面的机械效率为 $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}=\frac{1.5\text{ J}}{2.4\text{ J}}=62.5\%$ 。综上,A 错误,BCD 正确,故选 A。

3. D 【解析】第 1 次做的有用功 $W_{\text{有用1}}=G_1h_1=50\text{ N}\times 0.4\text{ m}=20\text{ J}$,第 2 次做的有用功 $W_{\text{有用2}}=G_2h_2=100\text{ N}\times 0.2\text{ m}=20\text{ J}$,则第 1 次做的有用功和第 2 次做的有用功相同,故 A 错误;克服杠杆重力做的功为额外功,由题意可知,第 1 次将杠杆提升的高度大,故第 1 次做的额外功多,根据 $W_{\text{总}}=W_{\text{有用}}+W_{\text{额}}$ 可知第 1 次做的总功多,故 B、C 错误;前后两次做的有用功相同,

第1次做的总功多,根据 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}$ 可知,第2次机械效率大,故 D 正确。

4. (1) 匀速 (2) 9 80.0% (3) 费力

【解析】(1) 在实验中,应竖直向上匀速拉动弹簧测力计。(2) 由图甲知, $n=3$, 第1次实验中,绳子自由端移动的距离 $s_1 = nh_1 = 3 \times 3 \text{ cm} = 9 \text{ cm}$; 第3次实验中,机械效率 $\eta_3 = \frac{W_{\text{有}3}}{W_{\text{总}3}} = \frac{G_3 h_3}{F_3 s_3} = \frac{6 \text{ N} \times 0.09 \text{ m}}{2.5 \text{ N} \times 0.27 \text{ m}} = 80.0\%$ 。(3) 承担物重的绳子段数越多,越省力,将图甲装置改接为图乙装置,提升相同钩码,滑轮组的有效段数由3段变成2段,故图乙装置更费力。

易错

5. 小于 等于 【解析】不计绳重和摩擦,由图知,甲由3段绳子承担物重,所以 $F_{\text{甲}} = \frac{1}{3}(G_{\text{物}} + G_{\text{动}})$; 乙由2段绳子承担物重,所以 $F_{\text{乙}} = \frac{1}{2}(G_{\text{物}} + G_{\text{动}})$, 所以 $F_{\text{甲}} < F_{\text{乙}}$; 由图知,两滑轮组动滑轮的重力和被提升的物体重力相同,根据 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_{\text{物}} h}{G_{\text{物}} h + G_{\text{动}} h} = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}$ 可知,甲、乙的机械效率相等。

刷提升

1. C 【解析】由图可知,滑轮的轴不是固定不动的,因此滑轮 A 是动滑轮,故 A 错误;当滑轮 A 在力 F 的作用下向上以 0.2 m/s 的速度匀速上升时,重物 B 上升的速度 $v_B = 2v_A = 2 \times 0.2 \text{ m/s} = 0.4 \text{ m/s}$, 故 B 错误;对该动滑轮受力分析可知,拉力 $F = 2G_B + G_{\text{动}} = 2 \times 10 \text{ N} + 2 \text{ N} = 22 \text{ N}$, 故 C 正确;动力作用在动滑轮上,动滑轮上升的高度是重物 B 上升高度的 $\frac{1}{2}$, 因为不计绳重和摩擦,所以滑轮的机械效率 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额外}}} = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}} \times \frac{1}{2}h} = \frac{G}{G + \frac{1}{2}G_{\text{动}}} = \frac{10 \text{ N}}{10 \text{ N} + \frac{1}{2} \times 2 \text{ N}} \approx 90.9\%$, 故 D 错误。故选 C。

2. C 【解析】由图可知, $n=2$, 则绳子自由端移动的距离为 $s = ns_{\text{物}} = 2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$, 故①错误;

关键点拨

(1) 根据 $W_{\text{有用}} = Gh$ 可求得有用功,克服杠杆重力做的功为额外功,根据 $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$ 可比较前后两次做的总功的大小关系;
(2) 根据 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}$ 可比较前后两次机械效率的大小。

易错警示

不计绳重和摩擦时,由 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}} = \frac{G_{\text{物}} h}{G_{\text{物}} h + G_{\text{动}} h}$ 可知,滑轮组提升物体时,机械效率只与物重、动滑轮重有关,与绳子的绕法及重物被提升的高度无关。

物体沿水平方向匀速移动时处于平衡状态,物体受到的拉力和摩擦力是一对平衡力,则物体受到的拉力 $F_A = f = \frac{2}{5}G = \frac{2}{5} \times 1500 \text{ N} = 600 \text{ N}$, 故②错误;拉力 F 做的功为 $W_{\text{总}} = Fs = 375 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 1500 \text{ J}$, 则拉力 F 的功率为 $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{1500 \text{ J}}{4 \text{ s}} = 375 \text{ W}$, 故③错误;有用功 $W_{\text{有}} = fs_{\text{物}} = 600 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 1200 \text{ J}$, 滑轮组的机械效率为 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1200 \text{ J}}{1500 \text{ J}} = 80\%$, 故④正确。故选 C。

3. B 【解析】已知物体重为 G , 每个滑轮的重力都等于 G_0 , 图1中上面是定滑轮、下面是动滑轮, $n=2$, 不计绳重和摩擦, 拉力 $F_1 = \frac{1}{2}(G + G_0)$, 图2中上下两个滑轮都是定滑轮, 在不计绳重和摩擦的情况下, 拉力 $F_2 = G$, 图3中的滑轮组中承担物重的绳子段数 $n'=3$, 在不计绳重和摩擦的情况下, 拉力 $F_3 = \frac{1}{3}(G + G_0)$, 故绳子自由端拉力的大小关系为 $F_2 > F_1 > F_3$, 故 A 错误; 分别利用图1和图3中的装置把相同的重为 G 的物体匀速提升相同的高度 h , 在不计绳重和摩擦的情况下, 克服动滑轮重力做的功为额外功, 额外功相同, 均等于 $G_0 h$, 即 $W_{\text{额}1} = W_{\text{额}3} = G_0 h$, 故 B 正确; 分别利用图1和图2中的装置把相同的重为 G 的物体匀速提升相同的高度 h , 拉力做的总功分别为 $W_1 = F_1 s_1 = \frac{1}{2}(G + G_0) \times 2h = (G + G_0)h$, $W_2 = F_2 s_2 = Gh$, 所以 $W_1 \neq W_2$, 即利用图1和图2中的装置做的总功不相等, 故 C 错误; 对于图2, 在不计绳重和摩擦时, 有用功 $W_{\text{有用}2} = Gh$, 总功 $W_2 = F_2 s_2 = Gh$, 根据公式 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$ 可知, 机械效率为 100% , 故 D 错误。故选 B。

4. B 【解析】使用滑轮组时, 省力费距离, 由图可知, 在 $0 \sim 5 \text{ s}$ 的时间内, 绳端移动的距离为 $s = 0.3 \text{ m}$, 物体上升的高度为 $h = 0.1 \text{ m}$, 绳子自由端移动的速度: $v = \frac{s}{t} = \frac{0.3 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 0.06 \text{ m/s}$, 故 A 错误; 有用功: $W_{\text{有}} = Gh = mgh = 0.5 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} \times 0.1 \text{ m} = 0.5 \text{ J}$, 故 B 正确; 拉

力做的总功: $W_{\text{总}} = Fs = 2.5 \text{ N} \times 0.3 \text{ m} = 0.75 \text{ J}$, 拉力 F 的功率: $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{0.75 \text{ J}}{5 \text{ s}} = 0.15 \text{ W}$, 故 C 错误; 滑轮组的机械效率: $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{0.5 \text{ J}}{0.75 \text{ J}} \approx 66.7\%$, 故 D 错误。故选 B。

5. 费力 86% 【解析】由图可知, 该杠杆动力臂小于阻力臂, 是费力杠杆。水的重力 $G = mg = 12.5 \times 10^3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 1.25 \times 10^5 \text{ N}$, 水从 80 m 高处落下, 重力做功 $W_{\text{总}} = Gh = 1.25 \times 10^5 \text{ N} \times 80 \text{ m} = 1 \times 10^7 \text{ J}$, 水轮获得的能量 $W_{\text{有}} = 8.6 \times 10^6 \text{ J}$, 效率 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{8.6 \times 10^6 \text{ J}}{1 \times 10^7 \text{ J}} = 86\%$ 。

刷素养

6. 12 1.5 3 【解析】对物体做的有用功: $W_{\text{有}} = Gh = 24 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} = 12 \text{ J}$; 由图可知 $n = 3$, 所以绳子对物体的拉力为 $F = nF_{\text{拉}} = 3 \times 5 \text{ N} = 15 \text{ N}$, 拉力所做的总功为 $W_{\text{总}} = Fs = 15 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 15 \text{ J}$; 拉力所做总功的功率为 $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{15 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 1.5 \text{ W}$; 因 $W_{\text{总}} = W_{\text{有}} + W_{\text{额}}$, 故额外功: $W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有}} = 15 \text{ J} - 12 \text{ J} = 3 \text{ J}$, 由 $W_{\text{额}} = fs$ 可得, 物体受到的摩擦力: $f = \frac{W_{\text{额}}}{s} = \frac{3 \text{ J}}{1 \text{ m}} = 3 \text{ N}$ 。

实验 12 测量简单机械的机械效率



刷实验

1. (2) ②匀速 (3) 74.1% (4) B (5) 越高 3.5 【解析】(2) ②实验时, 应沿竖直方向匀速拉动弹簧测力计。(3) 表中第 2 次实验时机械效率 $\eta_2 = \frac{W_{\text{有}2}}{W_{\text{总}2}} = \frac{G_2 h_2}{F_2 s_2} = \frac{4 \text{ N} \times 0.1 \text{ m}}{1.8 \text{ N} \times 0.3 \text{ m}} \approx 74.1\%$ 。(4) 由表中数据可知, 绳端移动的距离是钩码上升高度的 3 倍, 则 $n = 3$, 钩码重由三股绳子承担, 故实验时滑轮组的组装方式为图 B。(5) 由 1、2、3 次实验的数据可知, 钩码的重力越大, 机械效率越高, 故可以得到结论: 用同一滑轮组提升不同的物体到同一高度, 物体的重力越大, 机械效率越高。探究滑轮组的机械效率与动滑轮重是否有关, 要控制动滑轮的重力不同, 提升重物的重力和提升高度都相同, 故应分析第 3、5 次实验的数据。

关键点拨

使用杠杆产生的额外功主要是克服杠杆自重所做的功, 所以在探究或计算杠杆的机械效率时, 一般不能忽略杠杆的自重。

2. (1) 匀速直线 0.05 (2) 80.0 0.035

(3) 1、2、4 无关 (4) A 【解析】(1) 实验过程中, 应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 3 s, 此过程中, 绳子自由端上升的速度为 $v = \frac{s}{t} = \frac{15 \text{ cm}}{3 \text{ s}} = 5 \text{ cm/s} = 0.05 \text{ m/s}$ 。

(2) 第 4 次实验时所做的有用功为 $W_{\text{有}4} = G_4 h_4 = 6.0 \text{ N} \times 0.05 \text{ m} = 0.3 \text{ J}$, 总功 $W_{\text{总}4} = F_4 s_4 = 2.5 \text{ N} \times 0.15 \text{ m} = 0.375 \text{ J}$, 滑轮组的机械效率为 $\eta_4 = \frac{W_{\text{有}4}}{W_{\text{总}4}} = \frac{0.3 \text{ J}}{0.375 \text{ J}} = 80.0\%$, 额外功

$W_{\text{额}4} = W_{\text{总}4} - W_{\text{有}4} = 0.375 \text{ J} - 0.3 \text{ J} = 0.075 \text{ J}$, 克服动滑轮重力做的额外功 $W_{\text{动}4} = G_{\text{动}4} h_4 = 0.8 \text{ N} \times 0.05 \text{ m} = 0.04 \text{ J}$, 克服绳重和摩擦做功 $W_{f4} = W_{\text{额}4} - W_{\text{动}4} = 0.075 \text{ J} - 0.04 \text{ J} = 0.035 \text{ J}$ 。

(3) 根据控制变量法, 分析 1、2、4 三次实验的数据可知, 使用同一滑轮组提升重物时, 物体的重力越大, 滑轮组的机械效率越高。分析 2、3 两次实验的数据可知, 钩码的重力相同, 钩码上升的高度不同, 滑轮组的机械效率相同, 所以滑轮组的机械效率与钩码上升的高度无关。(4) 换用更轻的动滑轮, 所做的额外功减少, 有用功一定, 由 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额}}}$ 可知, 滑轮组的机械效率增大, 故 A 符合题意; 由 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{Gh}{F \times nh} = \frac{G}{nF}$ 可知, 加快提升钩码的速度, 滑轮组的机械效率不变, 故 B 不符合题意。故选 A。

(3) 1、2、4 无关 (4) A 【解析】(1) 由题可知, 测力计的示数始终为 0.5 N, 钩码总重为 1.0 N, 钩码上升高度为 0.12 m 时, C 点上升了 0.30 m, 所以杠杆的机械效率是 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{1.0 \text{ N} \times 0.12 \text{ m}}{0.5 \text{ N} \times 0.30 \text{ m}} = 80\%$ 。(2) 钩码的悬挂点在 A 点且杠杆在水平位置平衡时, 由杠杆的平衡条件得 $G \cdot OA = F \cdot OC$; 悬挂点移至 B 点且杠杆在水平位置平衡时, 由杠杆的平衡条件得 $G \cdot OB = F' \cdot OC$, $OA < OB$, OC 和 G 不变, 所以 $F' > F$, 即拉力变大; 如果仍将钩码提

升相同的高度,那么杠杆重心提升的高度就会减小,有用功不变,额外功减小,因此杠杆的机械效率变大。有用功是提升钩码所做的功,额外功主要是克服杠杆重力做的功,机械效率是有用功和总功的比值,总功等于有用功和额外功之和,提升的钩码重一定,且钩码提升的高度相同,说明有用功一定,所以影响杠杆机械效率的主要因素是杠杆自身的重力。(3)要研究杠杆的机械效率与提升物体重力的关系,应控制杠杆的重力一定、提升物体的高度相同、物体悬挂在杠杆上的位置不变,而提升的物体的重力不同,所以应分析表中1、2、4三组实验,由这三组数据可知,其他因素相同时,物重越大,杠杆的机械效率越高。(4)分析第1组实验数据,根据A、B两端上升和下降的距离,结合数学知识可知 $AO=2OB$,设杠杆的重心在C点,则由数学知识可知杠杆的重心到支点的距离 $CO=\frac{1}{2}OB$,所以当B端下降0.02 m时,重心上升的高度为0.01 m,拉力做的总功 $W_{\text{总}}=Fs=5\text{ N}\times 0.02\text{ m}=0.1\text{ J}$,有用功 $W_{\text{有}}=Gh=2\text{ N}\times 0.04\text{ m}=0.08\text{ J}$,额外功 $W_{\text{额}}=W_{\text{总}}-W_{\text{有}}=0.1\text{ J}-0.08\text{ J}=0.02\text{ J}$,不计摩擦,根据 $W_{\text{额}}=G_{\text{杆}}h_{\text{重心}}$ 可得杠杆的自重 $G_{\text{杆}}=\frac{W_{\text{额}}}{h_{\text{重心}}}=\frac{0.02\text{ J}}{0.01\text{ m}}=2\text{ N}$ 。

4. (1)1.25 76% (2)费力 (3)在其他条件不变的情况下,斜面越陡,机械效率越高
(4)①斜面的倾斜程度 ②弹簧测力计

【解析】(1)第3次实验的有用功为 $W_{\text{有}}=Gh=5.0\text{ N}\times 0.25\text{ m}=1.25\text{ J}$,机械效率为 $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}\times 100\%=\frac{1.25\text{ J}}{1.65\text{ J}}\times 100\%\approx 76\%$ 。(2)分析表中实验数据可知:斜面的倾斜程度越大,需要的拉力越大,即:斜面越陡,越费力。(3)分析表中实验数据可知,物重、斜面的粗糙程度都相同,斜面的倾斜程度不同,机械效率不同,且斜面的倾斜程度越大(斜面越陡),斜面的机械效率越高。(4)①根据控制变量法,要探究斜面机械效率与物体重力的关系,应控制斜面的倾斜程度、斜面的粗糙程度和物体移动的距离均相同,只改变物体的重力;②实验时需用到的测量仪器是弹簧测力计和刻度尺。

知识归纳

(1)斜面的定义:斜面是与水平面成一定角度的平面。

(2)斜面的特点:可以省力,但费距离。

原理:根据做功公式 $W=Fs$ 可知,把物体从地面直接提升到某高度做的功 $W_1=Gh$,利用斜面把物体拉到同样的高度做的功 $W_2=Fs$,若不考虑摩擦,则有 $Fs=Gh$,因为 $s>h$,所以 $F<G$,可知斜面可以省力,但费距离。

大招专题 10 功、功率和机械效率的相关计算



刷难关

大招解读 | 杠杆类

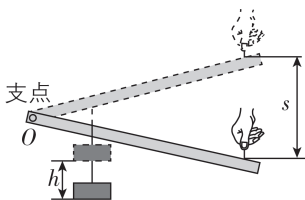
如图所示,用竖直向上的力 F 通过杠杆把重为 G 的物体提高 h 为物体上升的高度, s 为力的作用点移动的距离。则

有用功为 $W_{\text{有用}}=Gh$,

总功为 $W_{\text{总}}=Fs$,

额外功为克服杠杆自重和摩擦力做的功。

$$\text{机械效率 } \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs}$$



1. 【解】(1) 设父亲竖直向下的拉力为 F_1 ,已知

$$OB' = \frac{1}{2}OD', \text{ 根据杠杆平衡条件可得 } F_1 \times$$

$$OD' = mg \times OB', \text{ 则 } F_1 = \frac{40\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times \frac{1}{2}OD'}{OD'} =$$

$$200\text{ N}。 (2) \text{ 根据数学知识可得, } \frac{s_{\text{父亲}}}{s_{\text{儿子}}} = \frac{OD'}{OB'} =$$

$$2, \text{ 所以, 父亲拉力端移动的距离 } s_{\text{父亲}} = 2s_{\text{儿子}} =$$

$$0.8\text{ m}, \text{ 父亲做的功 } W_{\text{总}} = F_1' s_{\text{父亲}} = 250\text{ N} \times$$

$$0.8\text{ m} = 200\text{ J}。 (3) (2) \text{ 中父亲用该器材提升儿子的过程中, 所做的有用功 } W_{\text{有用}} =$$

$$Gs_{\text{儿子}} = mgs_{\text{儿子}} = 40\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times 0.4\text{ m} =$$

$$160\text{ J}, \text{ 该器材的机械效率 } \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} =$$

$$\frac{160\text{ J}}{200\text{ J}} = 80\%。$$

大招解读 | 滑轮类

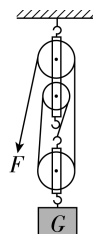
滑轮组竖直提升重物

如图所示,利用滑轮组把重为 G 的物体提高 h 。 F 为拉力, s 为绳子自由端移动的距离, n 为动滑轮上的有效绳子股数。

$$\text{机械效率 } \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{G}{nF};$$

不计绳重、摩擦时:

$$\text{机械效率 } \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}}h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}} = \frac{1}{1 + \frac{G_{\text{动}}}{G}}。$$

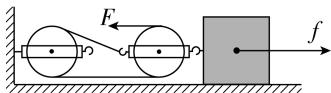


由公式可知:

当动滑轮的重力一定时,物重越大,机械效率越高。

滑轮组水平拉动物体(不计滑轮重及绳重)

如图所示,使用滑轮或滑轮组用力 F 沿水平方向匀速拉动物体,物体与水平面间的摩擦力为 f , $s_{\text{绳}}$ 为绳子自由端移动的距离, $s_{\text{物}}$ 为物体移动的距离, n 为动滑轮上的有效绳子股数。



$$\text{机械效率 } \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fs_{\text{绳}}} = \frac{f}{nF}。$$

2.【解】(1)有用功为 $W_{\text{有用}} = G_{\text{物}} h = 1\,000\text{ N} \times 6\text{ m} = 6\,000\text{ J}$; 额外功为 $W_{\text{额}} = G_{\text{动}} h = 200\text{ N} \times 6\text{ m} = 1\,200\text{ J}$; 不计绳重和机械之间的摩擦,总功为 $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额}} = 6\,000\text{ J} + 1\,200\text{ J} = 7\,200\text{ J}$; 拉力做功的功率为 $P = \frac{W_{\text{总}}}{t} = \frac{7\,200\text{ J}}{30\text{ s}} = 240\text{ W}$ 。

(2)滑轮组的机械效率为 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{6\,000\text{ J}}{7\,200\text{ J}} \approx 83.3\%$ 。

(3)不计绳重和机械之间的摩擦,根据 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_{\text{物}} h}{G_{\text{物}} h + G_{\text{动}} h} = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}$ 可知,机械效率达到 90% 时,有 $90\% = \frac{G'_{\text{物}}}{G'_{\text{物}} + 200\text{ N}}$, 解得 $G'_{\text{物}} = 1\,800\text{ N}$ 。

3.【解】(1)由图乙知,20 s 内拉力做的总功为 $W = 6\,000\text{ J}$, 所以拉力 F 的功率为 $P = \frac{W}{t} = \frac{6\,000\text{ J}}{20\text{ s}} = 300\text{ W}$; (2)克服物体的重力做的有用功为 $W_{\text{有用}} = Gh = 600\text{ N} \times 8\text{ m} = 4\,800\text{ J}$, 滑轮组的机械效率为 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W} = \frac{4\,800\text{ J}}{6\,000\text{ J}} = 80\%$ 。

4.【解】(1)汽车在泥泞路段受到的阻力为车重的 $\frac{1}{10}$, 则 $f = \frac{1}{10}G = \frac{1}{10}mg = \frac{1}{10} \times 1.2 \times 10^3\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} = 1.2 \times 10^3\text{ N}$, 将车匀速拖离,由二力平衡条件可得,滑轮组对车的拉力 $F_{\text{拉}} = f =$

刷有所得

对于不计绳重及机械之间的摩擦的滑轮组来说,机械效率可表示为 $\eta =$

$$\frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_{\text{物}} h}{G_{\text{物}} h + G_{\text{动}} h} = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}。$$

知识归纳

(1)总功的计算方法: $W_{\text{总}} = Fs$; $W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额}}$ 。

(2)有用功的计算方法: $W_{\text{有用}} = Gh$; $W_{\text{有用}} = W_{\text{总}} - W_{\text{额}}$ 。

(3)额外功的计算方法: $W_{\text{额}} = G_{\text{动}} h$, $W_{\text{额}} = f_{\text{摩}} s$; $W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}}$ 。

$1.2 \times 10^3\text{ N}$, 则滑轮组做的有用功为 $W_{\text{有}} = F_{\text{拉}} s_{\text{车}} = 1.2 \times 10^3\text{ N} \times 15\text{ m} = 1.8 \times 10^4\text{ J}$ 。

(2)由图可知 $n = 3$, 根据 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{F_{\text{拉}} s_{\text{车}}}{Fs} =$

$\frac{F_{\text{拉}} s_{\text{车}}}{Fns_{\text{车}}} = \frac{F_{\text{拉}}}{nF} = 80\%$ 可知,作用在绳子自由端的

拉力为 $F = \frac{F_{\text{拉}}}{n\eta} = \frac{1.2 \times 10^3\text{ N}}{3 \times 80\%} = 500\text{ N}$ 。

(3)拉力的功率为 $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{Fns_{\text{车}}}{t} =$

$\frac{500\text{ N} \times 3 \times 15\text{ m}}{2 \times 60\text{ s}} = 187.5\text{ W}$ 。

大招解读 | 斜面类

如图所示,用力 F 沿斜面把重为 G 的物体提高, h 为物体升高的高度, l 为拉力作用点移动的距离, f 为物体与斜面间的摩擦力。则有

有用功为

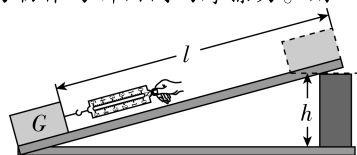
$W_{\text{有用}} = Gh$, 总

功为 $W_{\text{总}} =$

Fl , 额外功为 $W_{\text{额}} = fl$ (克服斜面与物体之间的

摩擦力做的功), 机械效率 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fl} =$

$\frac{Gh}{Gh + fl}$ 。



5.【解】(1)推力做的有用功为 $W_{\text{有用}} = Gh = mgh = 240\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times 1\text{ m} = 2\,400\text{ J}$ 。

(2)推力做的总功为 $W_{\text{总}} = FL = 1\,000\text{ N} \times 3\text{ m} = 3\,000\text{ J}$, 斜面的机械效率为 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} =$

$\frac{2\,400\text{ J}}{3\,000\text{ J}} = 80\%$ 。

(3)换斜面前的额外功为 $W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}} = 3\,000\text{ J} - 2\,400\text{ J} = 600\text{ J}$, 由 $W_{\text{额}} = fL$ 得重物与

斜面间的摩擦力为 $f = \frac{W_{\text{额}}}{L} = \frac{600\text{ J}}{3\text{ m}} = 200\text{ N}$ 。工人

将另一质量为 300 kg 的重物匀速推到同一高度,为了省力,换用长度为 5 m 的斜面,此时重物与斜面间的摩擦力与原来的摩擦力之比

为 $6:5$, 即 $f' = \frac{6}{5} \times 200\text{ N} = 240\text{ N}$; 有用功为

$W'_{\text{有用}} = G'h = m'gh = 300\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times 1\text{ m} = 3\,000\text{ J}$; 额外功 $W'_{\text{额}} = f'L' = 240\text{ N} \times 5\text{ m} =$

$1\,200\text{ J}$; 则总功 $W'_{\text{总}} = W'_{\text{有用}} + W'_{\text{额}} = 3\,000\text{ J} +$

$$1\ 200\text{ J}=4\ 200\text{ J}; \text{推力做功的功率 } P=\frac{W_{\text{总}}'}{t}=\frac{4\ 200\text{ J}}{20\text{ s}}=210\text{ W}。$$

6. 【解】(1) 从图中可知 $n=2$, 工人对绳子的拉力为 $F=400\text{ N}$, 不考虑绳重和滑轮转轴的摩擦, 根据 $F=\frac{1}{n}(F_{\text{绳}}+G_0)$ 可知, 绳子对物体的拉力为 $F_{\text{绳}}=nF-G_0=2\times 400\text{ N}-20\text{ N}=780\text{ N}$, 斜面与水平地面的夹角为 30° , 平台高 2 m , 根据数学知识可知斜面的长为 $s=4\text{ m}$, 则绳子对物体做的功为 $W=F_{\text{绳}}s=780\text{ N}\times 4\text{ m}=3\ 120\text{ J}$ 。

(2) 对物体做的有用功为 $W_{\text{有}}=Gh=1\ 000\text{ N}\times 2\text{ m}=2\ 000\text{ J}$, 物体克服摩擦力做的额外功为 $W_{\text{额}}=W-W_{\text{有}}=3\ 120\text{ J}-2\ 000\text{ J}=1\ 120\text{ J}$, 物体在斜面上受到的摩擦力为 $f=\frac{W_{\text{额}}}{s}=\frac{1\ 120\text{ J}}{4\text{ m}}=280\text{ N}$ 。

(3) 工人对绳子的拉力做的总功为 $W_{\text{总}}=Fs'=Fns=400\text{ N}\times 2\times 4\text{ m}=3\ 200\text{ J}$, 整个装置的机械效率为 $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}=\frac{2\ 000\text{ J}}{3\ 200\text{ J}}=62.5\%$ 。

全章综合训练

刷中考

1. D 【解析】题图中在使用筷子夹菜时, 手对筷子施加的力 F_1 为动力, 故 A 正确, 不符合题意; 图中 L_1 是从支点 O 到动力 F_1 作用线的距离, 所以 L_1 是动力臂, 故 B 正确, 不符合题意; 菜对筷子的力 F_2 阻碍筷子转动, 所以 F_2 为阻力, 故 C 正确, 不符合题意; 图中 L_2 不是从支点 O 到阻力 F_2 作用线的距离, 所以 L_2 不是阻力臂, 故 D 错误, 符合题意。故选 D。
2. C 【解析】钢丝钳和独轮车在使用过程中, 动力臂大于阻力臂, 为省力杠杆; 托盘天平在使用过程中, 动力臂等于阻力臂, 为等臂杠杆; 船桨在使用过程中, 动力臂小于阻力臂, 为费力杠杆。故选 C。
3. C 【解析】由题知杠杆的支点是 O 点, M 端绳子的拉力为阻力 (等于物体的重力), N 端绳子的拉力为动力, OM 为阻力臂, ON 为动力臂, 动力臂是阻力臂的二倍, 由杠杆平衡条件

知识归纳

判断滑轮种类的关键是看物体运动时, 滑轮的轴是否随物体运动。定滑轮的轴是固定的, 使用定滑轮不能省力, 但可以改变力的方向; 动滑轮的轴随物体一起运动, 使用动滑轮不能改变力的方向, 但可以省力。

关键点拨

判断杠杆类型时需要分析动力臂和阻力臂的大小关系, 动力臂大于阻力臂的是省力杠杆; 动力臂小于阻力臂的是费力杠杆; 动力臂等于阻力臂的是等臂杠杆。使杠杆转动的力是动力; 阻碍杠杆转动的力是阻力。

知, 动力是阻力的二分之一, 则该杠杆为省力杠杆, 杠杆在水平位置平衡时 N 端受到的拉力 $F_N=\frac{1}{2}G=\frac{1}{2}\times 200\text{ N}=100\text{ N}$, 故 A、B 错误; M 端绳子拉力对物体做的功: $W=Gh=200\text{ N}\times 0.5\text{ m}=100\text{ J}$, 故 C 正确; M 端绳子拉力对物体做功的功率为 $P=\frac{W}{t}=\frac{100\text{ J}}{1\text{ s}}=100\text{ W}$, 故 D 错误。故选 C。

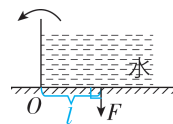
4. C 【解析】把手与配重片相比离支点更远, 则此健身杆的动力臂大于阻力臂, 为省力杠杆, 故 A 错误; 手推 N 处时, 由杠杆平衡条件 $F_1l_1=F_2l_2$ 可知, l_1 和 l_2 不变, 配重越重, 阻力 F_2 越大, 手的推力 F_1 也越大, 故 B 错误; N 处较 M 处更靠近支点, 在阻力和阻力臂不变时, 动力臂越小, 动力越大, 所以推 N 处更费力, 故 C 正确; 力臂为支点到力的作用线的距离, 改变 M 处推力方向, 其力臂不会始终不变, 故 D 错误。故选 C。

5. C 【解析】图中的滑轮在使用时轴固定不动, 为定滑轮, 定滑轮不能省力, 但是可以改变力的方向, 故 C 正确。

6. A 【解析】作用在绳子自由端的拉力 $F=\frac{1}{n}(G+G_{\text{动}})$ (不计绳重和摩擦的情况下), 用一个动滑轮将重力为 2 N 的物体匀速竖直向上提升, 动滑轮上绳子的股数为 $n=2$, 则 $F=\frac{G+G_{\text{动}}}{2}$, 若 $G_{\text{动}}=0\text{ N}$, 则 $F=\frac{2\text{ N}+0\text{ N}}{2}=1\text{ N}$, 但实际动滑轮受重力作用, 即 $G_{\text{动}}>0\text{ N}$, 因此拉力 $F>1\text{ N}$, 则作用在绳子自由端的拉力不可能是 1 N , 故 A 符合题意, BCD 不符合题意。

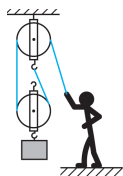
7. C 【解析】由图可知, 该滑轮随物料一起移动, 是动滑轮, 故 A 错误; 提升物料做的有用功为 $W_{\text{有}}=Gh$, 故 B 错误; 由图可知, 承担物重的绳子的股数为 2 , 拉力 F 做功的功率为 $P=\frac{W_{\text{总}}}{t}=\frac{Fs}{t}=\frac{Fnh}{t}=\frac{2Fh}{t}$, 故 C 正确; 该滑轮的机械效率为 $\eta=\frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}=\frac{Gh}{Fs}=\frac{Gh}{Fnh}=\frac{G}{nF}=\frac{G}{2F}$, 故 D 错误。故选 C。

8. 如图所示



【解析】过支点 O 向力 F 的作用线作垂线，垂线段即为力臂 l 。

9. 如图所示



【解析】由于人站在地面，必须向下拉动绳子，故改变了用力方向，绳子的有效段数只能是 2，根据“奇动偶定”，绳子的起点在定滑轮的下端。

10. D 【解析】滑轮轴的位置固定不动，是定滑轮，故 A 错误；有用功 $W_{有用} = Gh = 450 \text{ N} \times 3 \text{ m} = 1\,350 \text{ J}$ ，故 B 错误；使用定滑轮不省距离也不费距离，拉力端移动的距离 $s = h = 3 \text{ m}$ ，拉力做的总功 $W_{总} = Fs = 500 \text{ N} \times 3 \text{ m} = 1\,500 \text{ J}$ ，拉力的功率 $P = \frac{W_{总}}{t} = \frac{1\,500 \text{ J}}{15 \text{ s}} = 100 \text{ W}$ ，故 C 错误；该装置的机械效率 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} = \frac{1\,350 \text{ J}}{1\,500 \text{ J}} = 90\%$ ，故 D 正确。故选 D。

11. A 【解析】机械效率 $\eta = \frac{W_{有}}{W_{总}} = \frac{W_{有}}{W_{有} + W_{额}} =$

$$\frac{1}{1 + \frac{W_{额}}{W_{有}}}$$

重物挂在 A 点时，重物被提升的高度为 $h_A = 0.1 \text{ m}$ ，该过程做的有用功为 $W_{有A} = Gh_A$ ，杠杆重心被提升的高度为 h_B ，由几何关系可知， $h_A < h_B$ ，额外功 $W_{额A} = G_{杆}h_B$ 。重物挂在 B 点时，重物被提升的高度为 $h'_B = 0.2 \text{ m}$ ，该过程做的有用功为 $W_{有B} = Gh'_B$ ，杠杆重心被提升的高度也为 $h'_B = 0.2 \text{ m}$ ，额外功

$$W_{额B} = G_{杆}h'_B，则有 \frac{W_{额A}}{W_{有A}} = \frac{G_{杆}h_B}{Gh_A}，\frac{W_{额B}}{W_{有B}} =$$

$$\frac{G_{杆}h'_B}{Gh'_B}，\frac{W_{有A}}{W_{有B}} = \frac{Gh_A}{Gh'_B} = \frac{G_{杆}h_B}{Gh_A} \times \frac{Gh'_B}{G_{杆}h'_B} = \frac{h_B}{h_A} >$$

$$1，由机械效率推导式 \eta = \frac{1}{1 + \frac{W_{额}}{W_{有}}} 可得，\eta_A <$$

η_B 。重物挂在 C 点时，重物被提升的高度为 $h_C = 0.3 \text{ m}$ ，该过程做的有用功 $W_{有C} = Gh_C$ ，杠杆重心被提升的高度为 h''_B ，由几何关系可

刷有所得

(1) 滑轮轴的位置固定不动，是定滑轮；

(2) 有用功 $W_{有用} = Gh$ ；

(3) 总功 $W_{总} = Fs$ ，总功功率 $P = \frac{W_{总}}{t}$ ；

(4) 机械效率 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}}$ 。

易错警示

该题没有告诉我们在 B 处施加的力的方向，OB 不一定是该力的力臂。

知， $h''_B < h_C$ ，额外功 $W_{额C} = G_{杆}h''_B$ ，则有 $\frac{W_{额C}}{W_{有C}} =$

$$\frac{G_{杆}h''_B}{Gh_C}，则 \frac{W_{额C}}{W_{有C}} = \frac{G_{杆}h''_B}{Gh_C} = \frac{G_{杆}h''_B}{Gh_C} \times \frac{Gh'_B}{G_{杆}h'_B} = \frac{h''_B}{h'_B} <$$

$$1，由机械效率推导式 \eta = \frac{1}{1 + \frac{W_{额}}{W_{有}}} 可得，\eta_B <$$

η_C ，综上可得 $\eta_A < \eta_B < \eta_C$ 。故 A 符合题意，BCD 不符合题意。

12. (1) 左 (2) $F_1l_1 = F_2l_2$ (或动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂) (3) 便于改变力臂和力的方向 (合理即可) (4) A 【解析】(1) 杠杆右端下落，这时应将平衡螺母向左调节。

(2) 分析表中数据可以得出杠杆的平衡条件是动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂，即 $F_1l_1 = F_2l_2$ 。(3) 将固定挂钩改为可移动的挂环，便于改变动力臂和阻力臂；增加弹簧测力计便于改变力的方向。(4) 由图 3 可知，O 点为支点，绳端作用在 A 处时的动力臂比作用在 B 处时大，阻力和阻力臂不变，则由杠杆平衡条件可知作用在 A 处更省力。



刷章测

1. D 【解析】杠杆 A 处受到的作用力 $F_2 = G = 4 \text{ N}$ ，由杠杆的平衡条件 $F_1l_1 = F_2l_2$ 可知，当在 B 处施加的力的力臂为 OB 时，该力最小，为 $F_1 = \frac{F_2l_2}{l_1} = \frac{4 \text{ N} \times 2l}{4l} = 2 \text{ N}$ ，所以作用在 B 处的力最小是 2 N，则可能是 4 N，故选 D。

2. D 【解析】斜面可以省力，但不可以省功，故 A 错误；电动轮椅牵引力做的总功 $W_{总} = Fs = 120 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 1\,200 \text{ J}$ ，故 B 错误；电动轮椅做的有用功 $W_{有用} = Gh = 600 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 600 \text{ J}$ ，该专用通道的机械效率 $\eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} \times 100\% = \frac{600 \text{ J}}{1\,200 \text{ J}} \times 100\% = 50\%$ ，故 C 错误；电动轮椅行驶时克服摩擦阻力做的额外功 $W_{额外} = W_{总} - W_{有用} = 1\,200 \text{ J} - 600 \text{ J} = 600 \text{ J}$ ，电动轮椅行驶时受到的摩擦阻力 $f = \frac{W_{额外}}{s} = \frac{600 \text{ J}}{10 \text{ m}} = 60 \text{ N}$ ，故 D 正确。故选 D。

3. C 【解析】桥塔高度减小,拉索与桥面夹角变**关键点拔**

(1)根据杠杆平衡条件结合桥塔高度改变时的动力臂变化分析 A、B 选项;

(2)根据阻力臂的变化结合杠杆平衡条件分析 C、D 选项。

小,根据力臂是支点到力的作用线的距离知,拉力的力臂减小,根据杠杆平衡条件知,在阻力和阻力臂一定时,动力臂减小,动力变大,即拉索的拉力变大,故 A、B 错误;以右侧拉索与桥梁的接触处为支点,当汽车从桥梁左端驶向桥塔时,左侧拉索的拉力的力臂(动力臂)不变,阻力大小不变,阻力臂逐渐减小,根据杠杆平衡条件可知,左侧拉索的拉力减小,故 C 正确,D 错误。故选 C。

4. D 【解析】由图可知,动滑轮上绳子的有效

股数 $n=2$,由于不计绳重、滑轮与轴之间的摩擦,滑轮组的机械效率 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fs} = \frac{fs_{\text{物}}}{Fns_{\text{物}}} =$

$$\frac{f}{nF}, \text{则物体受到的摩擦力 } f = \eta nF = 80\% \times 2 \times 10 \text{ N} = 16 \text{ N}, \text{绳端拉力 } F = \frac{1}{n}(f + G_{\text{动}}), \text{所以动}$$

滑轮的重力 $G_{\text{动}} = nF - f = 2 \times 10 \text{ N} - 16 \text{ N} = 4 \text{ N}$,故 AC 错误;最下面的滑轮为定滑轮,定滑轮只改变力的方向,因此用质量更小的滑轮替换后不影响滑轮组的机械效率,故 B 错误;在物体上加一砝码后,物体对地面的压力增加,根据滑动摩擦力的影响因素可知,在接触面的粗糙程度不变时,压力越大,滑动摩擦力越大,此时物体受到的摩擦力 f 增大,根据不计绳重、滑轮与轴之间的摩擦时,机械效率

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}} = \frac{fs_{\text{物}}}{fs_{\text{物}} + G_{\text{动}}s_{\text{物}}} = \frac{f}{f + G_{\text{动}}} = \frac{1}{1 + \frac{G_{\text{动}}}{f}}$$

可知, $G_{\text{动}}$ 不变, f 增大,机械效率增大,故 D 正确。故选 D。

5. D 【解析】由图可知,动滑轮上绳子的有效

段数 $n=2$,绳子自由端移动的距离: $s = nh = 2 \times 6 \text{ m} = 12 \text{ m}$,拉力做的功: $W = Fs = 300 \text{ N} \times 12 \text{ m} = 3600 \text{ J}$,拉力的功率: $P = \frac{W}{t} = \frac{3600 \text{ J}}{12 \text{ s}} = 300 \text{ W}$,故 A 错误;绳子末端移动的速度: $v = \frac{s}{t} = \frac{12 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$,故 B 错误;滑轮组的机械效率: $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Fs} = \frac{Gh}{Fn h} = \frac{G}{nF} = \frac{500 \text{ N}}{2 \times 300 \text{ N}} \approx$

关键点拔

当动力和阻力的作用点在支点同侧时,动力与阻力的方向大致相反;当动力和阻力的作用点在支点两侧时,动力与阻力的方向大致相同。

83.3%,故 C 错误;工人的重力: $G_{\text{人}} = m_{\text{人}} g = 60 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 600 \text{ N}$,工人对绳子的拉力与绳子对工人的拉力大小相等,工人对水平地面的压力: $F_{\text{压}} = G_{\text{人}} - F' = G_{\text{人}} - F = 600 \text{ N} - 300 \text{ N} = 300 \text{ N}$,工人对水平地面的压强: $p = \frac{F_{\text{压}}}{S} = \frac{300 \text{ N}}{300 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$,故 D 正确。故选 D。

6. C 【解析】已知 $OA:OB=3:2$,根据杠杆平衡

条件得 $F_1 \times OB = G \times OA$,即 $F_1 = \frac{G \times OA}{OB} = 300 \text{ N} \times$

$$\frac{3}{2} = 450 \text{ N}, \text{故 A 错误;小强对杆的拉力与杆}$$

对他的作用力是一对相互作用力,则 $F'_1 = F_1$,他对水平地面的压力为 $F_2 = G_{\text{人}} - F'_1 = 650 \text{ N} - 450 \text{ N} = 200 \text{ N}$,故 B 错误;将固定点移动到 A 端,杆 AB 可绕端点 A 在竖直平面内转动,配重悬挂在 O 点,在 B 端施加竖直方向的力,使杆 AB 在水平位置再次平衡,此时小强对 B 端施加的力的方向应竖直向上,由杠杆平衡条件知,该力大小为 $F_4 = \frac{G \times OA}{OA + OB} =$

$$300 \text{ N} \times \frac{3}{2+3} = 180 \text{ N}, \text{根据力的作用是相互的可知,此时 B 端对小强的作用力的方向竖直向下,该力大小为 } F'_4 = F_4 = 180 \text{ N}, \text{小强对水平地面的压力 } F_3 = G_{\text{人}} + F'_4 = 650 \text{ N} + 180 \text{ N} = 830 \text{ N}, \text{此时他对水平地面的压强 } p = \frac{F_3}{S} = \frac{830 \text{ N}}{400 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 20750 \text{ Pa}, \text{故 C 正确,D 错误。}$$

故选 C。

7. $1.2 \times 10^5 \text{ J}$ 50% 【解析】根据题意可知,此过程挖掘机铲斗对沙子做的功为 $W_{\text{有用}} = Gh = 1.5 \times 10^4 \text{ N} \times (3 \text{ m} + 5 \text{ m}) = 1.2 \times 10^5 \text{ J}$;挖掘机做的总功为 $W_{\text{总}} = Pt = 40 \times 10^3 \text{ W} \times (4 \text{ s} + 2 \text{ s}) = 2.4 \times 10^5 \text{ J}$,则挖掘机的机械效率为 $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1.2 \times 10^5 \text{ J}}{2.4 \times 10^5 \text{ J}} = 50\%$ 。

故选 C。

8. (1)费力 180 (2)变小 【解析】(1)将人的前臂看成一个杠杆,肘关节为支点,肱二头

肌收缩时,肱二头肌的拉力为动力,重物对前臂的拉力为阻力,动力臂小于阻力臂,属于费力杠杆。根据杠杆平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$ 可知,当阻力 F_2 和阻力臂 l_2 一定时,动力 F_1 与动力臂 l_1 成反比。当人将重物举高时,动力臂 l_1 减小,动力 F_1 增大,即肱二头肌收缩力增大。

(2)当人将重物举高时,动力臂 l_1 减小,动力 F_1 增大,即肱二头肌收缩力增大。

肌对前臂的拉力为动力,物件对手的压力为阻力,动力臂为 $5\text{ cm} = 0.05\text{ m}$,前臂水平时,阻力臂等于前臂长度,为 0.3 m ,动力臂小于阻力臂,则该杠杆为费力杠杆。根据杠杆的平衡条件可得, $F \times 0.05\text{ m} = 30\text{ N} \times 0.3\text{ m}$,则 $F = 180\text{ N}$ 。(2)随着上半身坐起,上半身重心与支点(臀部与地面的接触点)的水平距离减小,即阻力臂减小,而动力臂的长度不变,根据杠杆的平衡条件可知,动力会减小,即收缩力变小。

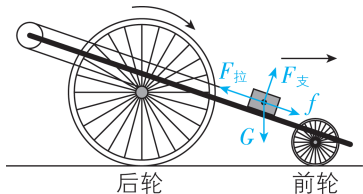
关键点拨

把人体抽象成杠杆模型,找准杠杆五要素后根据杠杆平衡条件进行分析、计算。

9. (1)左 (2)1.0 15.0 (3)动力 \times 动力臂=阻力 \times 阻力臂(或 $F_1 l_1 = F_2 l_2$) (4)增大

【解析】(1)由图甲知,杠杆左端偏高,为使杠杆在水平位置平衡,需要将平衡螺母向左调节;(2)由图乙知,杠杆左侧挂有2个钩码,每个钩码重力为 0.5 N ,则施加在杠杆左侧的力 $F_2 = 2 \times 0.5\text{ N} = 1.0\text{ N}$,力臂 $l_2 = 15.0\text{ cm}$;(3)分析实验数据可得杠杆的平衡条件是:动力 \times 动力臂=阻力 \times 阻力臂(或 $F_1 l_1 = F_2 l_2$);(4)由杠杆的平衡条件可知,在阻力和阻力臂不变的情况下,动力臂越长,越省力,想用较小的力撬起大石头,应增大动力臂,即增大支点到手施力的作用线的距离。

10. (1)见解析图 (2)省力 (3)1.4 1.4 (4)4.0 J 93.0% (5)右 【解析】(1)重物受到沿绳索向上的拉力、垂直于木板向上的支持力、竖直向下的重力、沿木板向下的摩擦力,如图所示。



(2)由图乙及题意可得,当人手沿后轮边缘推车将重物推高时可以省力。(3)由题意及表中数据可得,第一次实验的额外功 $W_{\text{额外}1} = W_{\text{总}1} - W_{\text{有}1} = 2.4\text{ J} - 1.0\text{ J} = 1.4\text{ J}$,由 $W_{\text{额外}} = fs$ 可得,摩擦力 $f = \frac{W_{\text{额外}1}}{s_1} = \frac{1.4\text{ J}}{1.0\text{ m}} = 1.4\text{ N}$ 。(4)由表中数据可得,倾斜程度“最陡”时,有用功 $W_{\text{有}3} = Gh_3 = 5\text{ N} \times 0.8\text{ m} = 4.0\text{ J}$, $W_{\text{总}3} = F_3 s_3 = 4.3\text{ N} \times 1.0\text{ m} = 4.3\text{ J}$,机

关键点拨

影响滑轮组机械效率的因素有物体的重力、动滑轮的重力、绳重及摩擦等。物体的重力越大,动滑轮越轻,绳重和摩擦越小,机械效率越高。最后一问中,当 $G_{\text{物}}$ 最大时,机械效率最大。

$$\text{机械效率 } \eta_3 = \frac{W_{\text{有}3}}{W_{\text{总}3}} = \frac{4.0\text{ J}}{4.3\text{ J}} \approx 93.0\%.$$

(5)要使拉动质量更大的重物时更省力,需要斜面倾斜程度变小,则图甲中的斜面引重车的前轮应该向右移动。

11. 【解】(1)当重物甲被拉离水面后,玻璃缸对水平地面的压力等于玻璃缸的重力加上水的重力,即 $F_{\text{压}} = G_{\text{缸}} + G_{\text{水}} = 200\text{ N} + 1\,000\text{ N} = 1\,200\text{ N}$,则玻璃缸对水平地面的压强为 $p = \frac{F_{\text{压}}}{S} = \frac{1\,200\text{ N}}{0.4\text{ m}^2} = 3\,000\text{ Pa}$ 。

(2)将浸没的重物甲缓慢拉离水面后,玻璃缸中水位下降了 5 cm ,则重物甲浸没在水中时排开水的体积为 $V_{\text{排}} = S\Delta h = 0.4\text{ m}^2 \times 0.05\text{ m} = 0.02\text{ m}^3$,则重物甲浸没在水中时所受的浮力为 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{水}} g V_{\text{排}} = 1 \times 10^3\text{ kg/m}^3 \times 10\text{ N/kg} \times 0.02\text{ m}^3 = 200\text{ N}$ 。

(3)先作出绳 AC 拉力的力臂 OD ,如图所示, $\angle A = 30^\circ$,则 $OD = \frac{1}{2}OA$, B 是 OA 的中点,则 $OB = \frac{1}{2}OA$,则 $OB = OD$,根据杠杆平衡

条件可得, $F_A \times OD = F_B \times OB$,则 $F_B = F_A$,绳子 AC 能承受的最大拉力 $F_A = 620\text{ N}$,则 B 点受到的最大拉力 $F_B = 620\text{ N}$;则滑轮组中绳子自由端的最大拉力 $F_{\text{绳}} = \frac{1}{3} \times (620\text{ N} -$

$20\text{ N}) = 200\text{ N}$;又因为 $F_{\text{绳}} = \frac{1}{2}(G_{\text{物}} + G_{\text{动}})$,所以物体的最大重力 $G_{\text{物}} = 2F_{\text{绳}} - G_{\text{动}} = 2 \times 200\text{ N} - 20\text{ N} = 380\text{ N}$,由 $\eta = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}} = \frac{1}{1 + \frac{G_{\text{动}}}{G_{\text{物}}}}$ 可

知, $G_{\text{动}}$ 一定, $G_{\text{物}}$ 最大时, η 最大,所以滑轮组的最大机械效率: $\eta = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}} =$

$$\frac{380\text{ N}}{380\text{ N} + 20\text{ N}} = 95\%.$$

