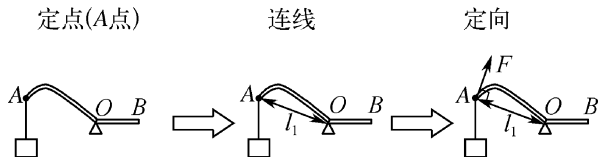


# 第十一章 简单机械和功

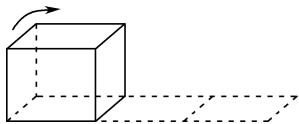


## 焦点1 不可小看的“最小力”

**【思维解读】**由  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  可知,  $F_1 = \frac{F_2 l_2}{l_1}$ , 阻力与阻力臂的乘积一定, 动力臂最大时, 动力最小, 所以可以将找“最小力”问题转化为找“最长力臂”问题。找杠杆“最小力”可遵循“六字诀”: ① **定点** (找最小力作用点): 在杠杆上找出离支点最远的点就是最小力的作用点; ② **连线** (找最长力臂): 支点与最小力作用点的连线就是最长力臂; ③ **定向**: 力作用线与最长力臂垂直且能使杠杆平衡 (定向原则: 动力与阻力使杠杆转动的方向相反)。

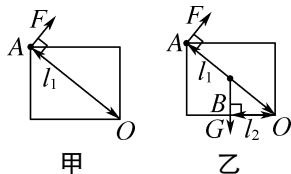


**【例题展示】**在“大力士”比赛中, 需要把一质量  $M = 300 \text{ kg}$ 、底面边长为  $4 \text{ cm}$ 、高为  $3 \text{ cm}$ 、质量分布均匀的长方体, 利用翻滚的方法沿直线移动一段距离, 如图所示。



- (1) 作出翻滚长方体时, 使长方体一边刚刚离开地面, 所用最小力  $F$  的示意图及其力臂。
- (2) 求出所用最小力  $F$  的大小。(  $g$  取  $10 \text{ N/kg}$  )

**提示:** (1) 力臂越长越省力, 当把长方体向右翻滚时, 右侧与地面接触点为支点  $O$ , 最长的力臂即  $AO$  的连线, 作出垂直于力臂的作用力



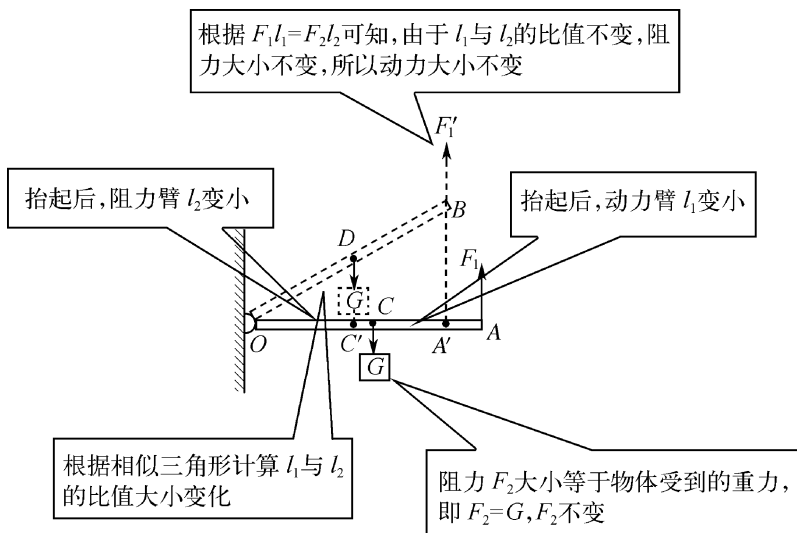
即为最小力,如图甲所示。(2) 翻滚时,长方体的重力是阻力,其力的示意图与力臂如图乙所示,则  $l_1 = \sqrt{(3\text{ m})^2 + (4\text{ m})^2} = 5\text{ m}$ ,  $l_2 = \frac{1}{2} \times 4\text{ m} = 2\text{ m}$ ,由杠杆的平衡条件有  $F l_1 = G l_2$ ,即  $F \times 5\text{ m} = 300\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times 2\text{ m}$ ,解得  $F = 1\ 200\text{ N}$ 。

答案:(1) 如图甲所示 (2) 1 200 N

【超级链接】“巅峰训练 1”第 6 题。

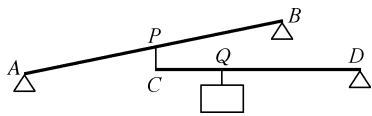
## 焦点 2 抬木棒的学问

【思维解读】一根木棒平放在水平地面上,若想抬起它的一端,如何做到最省力呢?若木棒是粗细均匀的,应沿与木棒垂直向上的方向抬起,这时动力臂最大,大小等于木棒的长度,根据杠杆平衡条件  $F_1 l_1 = F_2 l_2$  可知,需要的动力最小。若木棒粗细不均匀,应该抬起细的一端,因为重心靠近粗的一端,抬起细的一端时,阻力臂较小。



在抬起的过程中,动力是如何变化的呢? 动力  $F_1 = \frac{F_2 l_2}{l_1}$ ,要讨论动力  $F_1$  的变化,需要讨论  $F_2$ 、 $l_1$ 、 $l_2$  的变化。沿与木棒垂直向上的方向抬起木棒时, $F_2$ 、 $l_1$  大小不变, $l_2$  减小,所以  $F_1$  减小。若沿竖直方向抬起, $F_2$  不变, $l_1$ 、 $l_2$  都减小但比值不变,所以  $F_1$  大小不变。

**【例题展示】**在实际生活中,人们在抬较重的物体时,常用如图所示的三人共抬法。杠杆  $AB$  和  $CD$  质量不计,  $AB$  的中点为  $P$ , 轻绳连接  $PC$ , 在杠杆  $CD$  上的  $Q$  点连接轻绳悬挂重物, 三人分别在  $A$ 、 $B$ 、 $D$  处用竖直向上的力抬杠杆。已知所抬物体重力为  $1\ 800\text{ N}$ , 两根杠杆均处于水平位置静止, 轻绳竖直,  $AP = BP = DQ = 2\text{ m}$ ,  $CQ = 1\text{ m}$ , 请根据以上信息回答下列问题。



(1) 当杠杆  $AB$  与杠杆  $CD$  不垂直时  $A$  处作用力为  $F_1$ , 当杠杆  $AB$  与杠杆  $CD$  垂直时  $A$  处作用力为  $F_2$ , 则  $F_1$  \_\_\_\_\_ (填“等于”或“不等于”)  $F_2$ 。

(2) 抬该重物时,  $A$ 、 $D$  两处人对杠杆竖直向上的作用力  $F_A$  和  $F_D$  分别是多少?

**提示:** (1)  $C$  点对  $P$  点的拉力是竖直向下的, 当杠杆  $AB$  与杠杆  $CD$  垂直时, 人对  $A$  的作用力方向竖直向上, 以  $P$  点为支点,  $A$  处力的力臂为  $L_{AP} = 2\text{ m}$ ; 当杠杆  $AB$  与杠杆  $CD$  不垂直时, 人对  $A$  的作用力方向也是竖直向上的, 以  $P$  点为支点,  $A$  处力的力臂与阻力臂的比值不变, 故  $A$  处人的作用力大小不变。 (2) 杠杆  $CD$  静止时, 可将  $C$  点作为支点, 有  $F_D \times L_{CD} = G \times L_{CQ}$ , 即  $F_D \times (2\text{ m} + 1\text{ m}) = 1\ 800\text{ N} \times 1\text{ m}$ , 解得  $F_D = 600\text{ N}$ ; 以  $D$  为支点, 有  $F_C \times L_{CD} = G \times L_{DQ}$ , 即  $F_C \times (2\text{ m} + 1\text{ m}) = 1\ 800\text{ N} \times 2\text{ m}$ , 解得  $F_C = 1\ 200\text{ N}$ ; 杠杆  $AB$  静止时, 可将  $B$  作为支点, 有  $F_A \times L_{AB} = F_C \times L_{BP}$ , 即  $F_A \times (2\text{ m} + 2\text{ m}) = 1\ 200\text{ N} \times 2\text{ m}$ , 解得  $F_A = 600\text{ N}$ 。

**答案:** (1) 等于 (2)  $600\text{ N}$   $600\text{ N}$

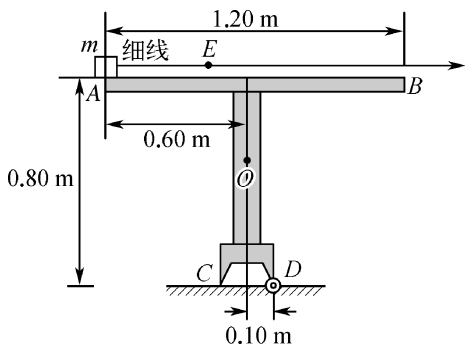
**【超级链接】**“巅峰训练 1”第 2 题。

### 焦点 3 找到“杠杆”计算的核心

**【思维解读】**杠杆计算要做到三部曲: 找  $\rightarrow$  作  $\rightarrow$  算。即首先找到杠杆的支点, 再作出动力、阻力的力臂, 最后利用杠杆平衡条件进行计算。“作力臂”是杠杆计算

的核心,要正确作出力臂,就要明确支点、力的作用线。有些生产工具在应用过程中,支点会发生变化,力臂也会发生变化,所以应根据变化的支点作出相应的力臂。

**【例题展示】**如图所示,质量  $m=2.0\text{ kg}$  的小铁块静止于水平导轨  $AB$  的  $A$  端,导轨及支架  $ABCD$  总质量  $M=4.0\text{ kg}$ ,形状及尺寸已在图中注明,该支架只可以绕着过  $D$  点的转动轴在图示竖直平面内转动。为简便起见,可将导轨及支架  $ABCD$  所受的重力看作集中作用于图中的  $O$  点。



现用一沿导轨的拉力  $F$  通过细线拉铁块,假定铁块被拉动后立即以  $0.1\text{ m/s}$  的速度匀速运动,此时拉力  $F=10\text{ N}$ 。从铁块开始运动时起,导轨(及支架)能保持静止的最长时间是多少? ( $g$  取  $10\text{ N/kg}$ )

**提示:**铁块起动后做匀速直线运动,拉力与摩擦力二力平衡,即摩擦力  $f=F=10\text{ N}$ ,铁块对支架的摩擦力  $f_1=f=10\text{ N}$ ,方向水平向右。支架的支点在  $D$  点,铁块对导轨的摩擦力作用线沿着导轨  $AB$ ,力臂为  $D$  点到  $AB$  的距离,即摩擦力的力臂  $L=0.8\text{ m}$ 。设当铁块运动到  $E$  点时,支架刚好开始转动,此时过  $E$  点的竖直线在  $D$  点右侧,距  $D$  点为  $L_1$ 。铁块对支架的摩擦力与力臂的乘积为  $10\text{ N}\times 0.8\text{ m}$ ,支架重力与力臂的乘积为  $4.0\text{ kg}\times 10\text{ N/kg}\times 0.1\text{ m}=40\text{ N}\times 0.1\text{ m}$ ,因为  $10\text{ N}\times 0.8\text{ m}>40\text{ N}\times 0.1\text{ m}$ ,所以支架刚好转动时,铁块的位置在支架中间左侧,根据杠杆平衡条件得  $MgL_0+mgL_1=f_1L$ ,  $4.0\text{ kg}\times 10\text{ N/kg}\times 0.1\text{ m}+2.0\text{ kg}\times 10\text{ N/kg}\times L_1=10\text{ N}\times 0.8\text{ m}$ ,解得:  $L_1=0.2\text{ m}$ 。铁块移动的距离  $s=0.6\text{ m}+0.1\text{ m}-0.2\text{ m}=0.5\text{ m}$ ,铁块运动的时间  $t=\frac{s}{v}=\frac{0.5\text{ m}}{0.1\text{ m/s}}=5\text{ s}$ 。

**答案:**  $5\text{ s}$

**【超级链接】**“巅峰训练 1”第 6、7 题。

### 焦点4 为滑轮建立受力分析模型

**【思维解读】**滑轮连接方法、连接类型相当多,无论是滑轮单个使用还是多个滑轮组成滑轮组使用,都可以根据需要对滑轮为研究对象,对滑轮进行受力分析,根据平衡力列出各力的关系式进行计算。如图1所示,若拉力  $F=10\text{ N}$ ,以滑轮为研究对象进行受力分析(如图2),则甲弹簧测力计的示数  $F_{\text{甲}}=2F=2\times 10\text{ N}=20\text{ N}$ ,乙弹簧测力计的示数  $F_{\text{乙}}=3F=3\times 10\text{ N}=30\text{ N}$ 。

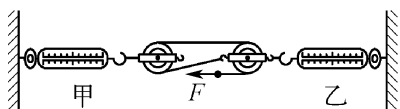


图1

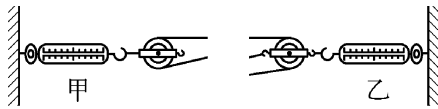
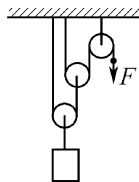
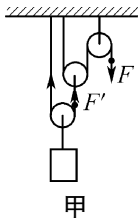


图2

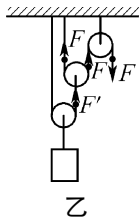
**【例题展示】**如图所示,小丽用三个重均为  $10\text{ N}$  的滑轮组成的滑轮组匀速吊起重  $470\text{ N}$  的物体,物体上升  $5\text{ m}$ ,不计绳的重力及一切摩擦。则拉力  $F=$  \_\_\_\_\_  $\text{N}$ ,绳子自由端移动的距离为 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。



**提示:**如图所示,对两个动滑轮进行受力分析。根据图甲和二力平衡条件可得  $2F'=G+G_{\text{动}}$  ①,因为定滑轮不省力,根据图乙和二力平衡条件可得  $2F=F'+G_{\text{动}}$  ②,联立①②可得



甲



乙

得  $2F = \frac{G+G_{\text{动}}}{2} + G_{\text{动}} = \frac{470\text{ N}+10\text{ N}}{2} + 10\text{ N} = 250\text{ N}$ ,所以拉力  $F =$

$\frac{1}{2} \times 250\text{ N} = 125\text{ N}$ 。根据图甲可知,当物体上升  $5\text{ m}$  时,右端  $F'$  处移动的距离  $s' = 2 \times 5\text{ m} = 10\text{ m}$ ;根据图乙可知, $F$  处移动的距离  $s = 2s' = 2 \times 10\text{ m} = 20\text{ m}$ 。

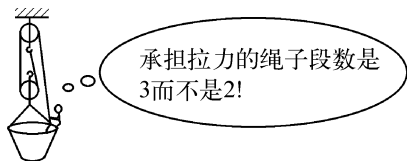
**答案:**125 20

**【超级链接】**“巅峰训练3”第1题。

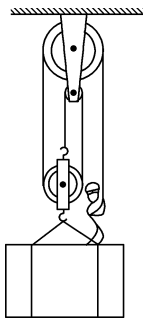
### 焦点5 “人货同车(筐)”的分析

**【思维解读】**人货同车(筐),由于人既是动力的施力者,又是被拉物体之一,所以人拉的这根绳子即使是从定滑轮拉出的,也是承担拉力的绳子段数之一,即承担拉力的绳子段数  $N=n+1$ ,其中“ $n$ ”是拉动滑轮的绳子段数,“1”是人从定滑轮拉

出的一根绳子。



**【例题展示】**工人利用滑轮组按照如图所示的方式提升货箱。工人的体重为  $G_{人} = 800\text{ N}$ ，当提升重为  $1\ 500\text{ N}$  的货箱时，工人所用的拉力为  $F_0 = 500\text{ N}$ ，此时没有提起货箱。当工人用  $F_1$  的竖直向下的力拉绳时，货箱恰能匀速上升。当工人利用同样的装置匀速提升另一个重为  $1\ 900\text{ N}$  的货箱时，所用拉力为  $F_2$ 。已知  $F_1 : F_2 = 6 : 7$ （不计绳重和摩擦）。求：



(1) 第一个货箱未被拉动时，水平地面对货箱的支持力。

(2) 匀速拉升第二个货箱时人对货箱的压力。

**提示：**(1) 货箱、人和动滑轮共有 4 股绳子承担，即  $n = 4$ ，用  $F_1$  竖直向下拉绳使  $G_1$  匀速上升时， $4F_1 = G_1 + G_{动} + G_{人}$ ，用  $F_2$  竖直向下拉绳使  $G_2$  匀速上升时， $4F_2 = G_2 + G_{动} + G_{人}$ ，又  $F_1 : F_2 = 6 : 7$ ，有  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{G_1 + G_{动} + G_{人}}{G_2 + G_{动} + G_{人}} = \frac{6}{7}$ ， $\frac{1\ 500\text{ N} + G_{动} + 800\text{ N}}{1\ 900\text{ N} + G_{动} + 800\text{ N}} = \frac{6}{7}$ ，解得  $G_{动} = 100\text{ N}$ ，用  $F_0$  竖直向下拉绳时， $G_1$  未被拉动，地面对  $G_1$  的支持力  $F_{支} = G_1 + G_{人} + G_{动} - 4F_0 = 1\ 500\text{ N} + 800\text{ N} + 100\text{ N} - 4 \times 500\text{ N} = 400\text{ N}$ 。(2) 匀速提升  $G_2$  时，有  $4F_2 = G_2 + G_{动} + G_{人}$ ，得  $F_2 = \frac{G_2 + G_{动} + G_{人}}{4} = \frac{1\ 900\text{ N} + 100\text{ N} + 800\text{ N}}{4} = 700\text{ N}$ ，则  $G_{人} = F'_{支人} + F_2$ ，得  $F'_{支人} = G_{人} - F_2 = 800\text{ N} - 700\text{ N} = 100\text{ N}$ ，人对货箱的压力  $F'_{压} = F'_{支人} = 100\text{ N}$ 。

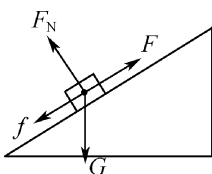
**答案：**(1)  $400\text{ N}$  (2)  $100\text{ N}$

**【超级链接】**“巅峰训练 3”第 5 题。

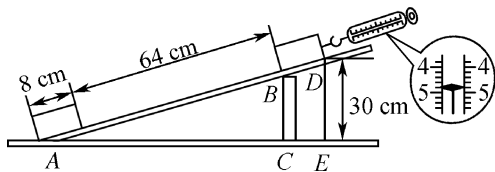
### 焦点 6 与功“好像无关”的摩擦力

**【思维解读】**一物体被沿斜面向上的拉力  $F$  拉着沿斜面向上做匀速直线运

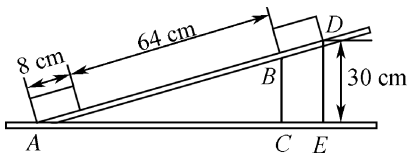
动,物体受到的摩擦力是多大呢?很多同学认为,物体做匀速直线运动,拉力和摩擦力在同一直线上,它们应当是二力平衡。这种认识是错误的,物体受到重力、支持力、拉力、摩擦力四个力的作用,这四个力是平衡力,但由于重力与支持力不是一对平衡力,所以拉力、摩擦力也不是一对平衡力。说到这里,要计算摩擦力就非“功”不可了!首先计算出拉力做的功  $W_1$  和克服物体重力做的功  $W_2$ ,克服摩擦力做功  $W_3=W_1-W_2$ ,最后根据  $W_3=f s$  计算摩擦力。



**【例题展示】**小明同学用弹簧测力计拉着重为 8 N 的木块沿斜面向上做匀速直线运动,弹簧测力计的示数如图所示,则把木块由斜面底端拉到顶端时小明做功为 \_\_\_\_\_ J,木块和斜面间的摩擦力为 \_\_\_\_\_ N。



**提示:**拉力做功  $W_1 = F s = 4.8 \text{ N} \times 0.72 \text{ m} = 3.456 \text{ J}$ 。如图所示,  $\frac{AD}{AB} = \frac{DE}{BC}$ , 物体上升的高度  $h = BC =$



$\frac{AB \times DE}{AD} = \frac{72 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}}{80 \text{ cm}} = 27 \text{ cm} = 0.27 \text{ m}$ , 克服重力做功  $W_2 = G h = 8 \text{ N} \times 0.27 \text{ m} = 2.16 \text{ J}$ ,  $W_3 = W_1 - W_2 = 3.456 \text{ J} - 2.16 \text{ J} = 1.296 \text{ J}$ , 摩擦力  $f = \frac{W_3}{s} = \frac{1.296 \text{ J}}{0.72 \text{ m}} = 1.8 \text{ N}$ 。

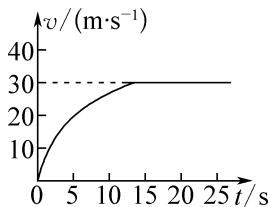
**答案:** 3.456 1.8

**【超级链接】**“巅峰训练 5”第 7 题。

### 焦点 7 汽车爬坡换挡的奥秘

**【思维解读】**同学们是否注意过,汽车在上坡时是快速上冲呢,还是低速慢行呢?事实上,汽车在上坡时,司机都会换成低挡位,让车速降下来慢慢上坡。这其中有什么道理呢?由  $P = \frac{W}{t} = \frac{F s}{t} = F v$  可知,在汽车功率一定的情况下,减小行驶速度可以获得较大的牵引力。这就是汽车爬坡换挡的奥秘。

**【例题展示】**随着人民生活水平的不断提高,汽车已经走进我们的家庭。聪聪的爸爸最近也购买了一辆轿车。



(1) 若轿车以 90 kW 的恒定功率启动做直线运动,运动过程中受到的阻力不变,运动速度  $v$  与时间  $t$  的关系如图所示,则在 0~10 s 时间内,轿车发动机做功 \_\_\_\_\_ J,轿车运动过程中受到的阻力是 \_\_\_\_\_ N。

(2) 汽车在爬坡时,驾驶员总要扳动一下驾驶室的一个手柄进行“换挡”,使汽车减速,其目的是\_\_\_\_\_。

**提示:**(1) 已知轿车的功率  $P=90\text{ kW}=9\times 10^4\text{ W}$ ,则在 0~10 s 时间内,轿车发动机做功  $W=Pt_1=9\times 10^4\text{ W}\times 10\text{ s}=9\times 10^5\text{ J}$ ;由图

可知,轿车做匀速直线运动时的速度  $v=30\text{ m/s}$ ,则根据  $P=\frac{W}{t}=\frac{Fv}{t}$

$\frac{Fs}{t}=Fv$  可知轿车的牵引力  $F=\frac{P}{v}=\frac{9\times 10^4\text{ W}}{30\text{ m/s}}=3\text{ 000 N}$ ,由二力平衡

可知轿车受到的阻力  $f=F=3\text{ 000 N}$ 。(2) 驾驶员通常要换用低挡位,速度会减小,由功率公式  $P=Fv$  可知,当功率一定时,如果减小速度,可以增大牵引力。

**答案:**(1)  $9\times 10^5$  3 000 (2) 增大牵引力

**【超级链接】**“巅峰训练 5”第 4 题。

### 焦点 8 不能忽视的“忽略绳重及摩擦”

**【思维解读】**“忽略绳重及摩擦”是机械效率类试题常见的题设条件,在这个条件

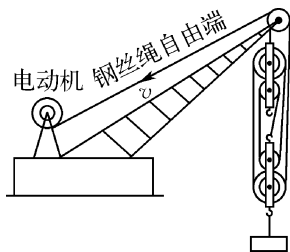
下,能够成立的关系式:拉力  $F=\frac{G_{物}+G_{动}}{n}$ 、滑轮组的机械效率  $\eta=\frac{W_{有用}}{W_{总}}\times 100\% =$

$\frac{G_{物}h}{G_{物}h+G_{动}h}\times 100\% = \frac{G_{物}}{G_{物}+G_{动}}\times 100\%$ 、额外功  $W_{额外}=G_{动}h$ 。

若在滑轮组下面吊挂的物体浸在水中,则拉力  $F = \frac{G_{物} - F_{浮} + G_{动}}{n}$ 、滑轮组的机

$$\text{械效率 } \eta = \frac{W_{有用}}{W_{总}} \times 100\% = \frac{(G_{物} - F_{浮})h}{(G_{物} - F_{浮})h + G_{动}h} \times 100\% = \frac{G_{物} - F_{浮}}{G_{物} - F_{浮} + G_{动}} \times 100\%。$$

**【例题展示】**如图所示,是打捞物体的模拟装置。现电动机带动钢丝绳自由端以  $0.5 \text{ m/s}$  的速度匀速拉动滑轮组,经过  $5 \text{ min}$  将体积为  $0.1 \text{ m}^3$  的物体由海底提升到海面,物体离开海面后钢丝绳自由端的速度变为  $0.49 \text{ m/s}$ ,此时电动机的输出功率比物体在海水中时增大了  $12\%$ 。求:(不计物体的高度、绳重和摩擦,  $\rho_{物} = 7.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $g$  取  $10 \text{ N/kg}$ ,  $\rho_{海水}$  取  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )



(1) 物体浸没在海水中受到的浮力。

(2) 物体在海面下匀速上升的过程中,该滑轮组的机械效率。(不计动滑轮体积)

**提示:** (1) 物体浸没在海水中受到的浮力  $F_{浮} = \rho_{海水}gV_{排} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 0.1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ N}$ 。(2) 物体受到的重力  $G = mg = \rho_{物}gV = 7.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 0.1 \text{ m}^3 = 7600 \text{ N}$ , 设物体在水中时电动机的功率为  $P_1$ , 钢丝绳自由端的拉力为  $F_1$ , 绳自由端的速度  $v_1 = 0.5 \text{ m/s}$ , 则  $P_1 = F_1 v_1 = F_1 \times 0.5 \text{ m/s}$ ; 物体在离开水面后电动机的功率为  $P_2$ , 钢丝绳自由端的拉力为  $F_2$ , 绳自由端的速度  $v_2 = 0.49 \text{ m/s}$ , 则  $P_2 = F_2 v_2 = F_2 \times 0.49 \text{ m/s}$ 。物体在离开水面后电动机的功率比物体在海水中时增大了  $12\%$ , 即  $P_2 = P_1(1 + 12\%)$ , 代入数据可得  $F_2 \times 0.49 \text{ m/s} = F_1 \times 0.5 \text{ m/s} \times (1 + 12\%)$ , 解得:  $F_2 = \frac{8}{7}F_1$ 。不计绳重和摩擦, 两次的拉力分别为  $F_1 = \frac{1}{5}(G - F_{浮} + G_{动})$ ,  $F_2 = \frac{1}{5}(G + G_{动})$ , 可得  $\frac{1}{5}(G + G_{动}) = \frac{8}{7} \times \frac{1}{5}(G - F_{浮} + G_{动})$ , 解得  $G_{动} = 8F_{浮} - G = 8 \times 1000 \text{ N} - 7600 \text{ N} = 400 \text{ N}$ 。物体在海面下匀速上升过程中, 动滑轮对物体的拉力  $G - F_{浮}$  所做的功为有用功, 不计绳重和摩

擦,克服动滑轮重力做功为额外功,此过程中该滑轮组的机械效率  $\eta =$

$$\frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{(G - F_{\text{浮}})h}{(G - F_{\text{浮}})h + G_{\text{动}}h} \times 100\% = \frac{G - F_{\text{浮}}}{G - F_{\text{浮}} + G_{\text{动}}} \times 100\% = \frac{7\,600\text{ N} - 1\,000\text{ N}}{7\,600\text{ N} - 1\,000\text{ N} + 400\text{ N}} \times 100\% \approx 94.3\%.$$

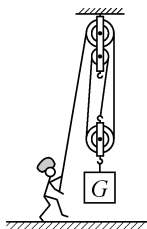
答案:(1) 1 000 N (2) 94.3%

【超级链接】“巅峰训练 6”第 9 题。

### 焦点 9 额外功的组成与计算

**【思维解读】**利用滑轮组提升物体时,额外功由三部分组成:克服摩擦做功、克服动滑轮重做功、克服绳重做功;若忽略绳重及摩擦,克服动滑轮重做功为额外功;若忽略绳重,克服摩擦做功、克服动滑轮重做功为额外功。理解额外功的组成,才能在相应条件下选择关系式进行计算,如忽略绳重时,若已知克服摩擦力做功为  $W_f$ ,计算动滑轮重,主要计算步骤: $W_{\text{有用}} = Gh$ ,  $W_{\text{总}} = Fs$ ,  $W_{\text{额外}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}}$ ,  $W_{\text{动}} = W_{\text{额外}} - W_f$ ,最后根据  $W_{\text{动}} = G_{\text{动}}h$  计算动滑轮重。

**【例题展示】**如图所示,是工人利用滑轮组提升重为 810 N 的物体的示意图,某段过程中物体匀速上升的速度为 0.1 m/s,工人拉力  $F$  的功率为 90 W,物体上升 10 s,拉力  $F$  克服滑轮组的摩擦做的功是 60 J,不计绳重。求:



- (1) 工人拉绳子的速度。
- (2) 滑轮组的机械效率。
- (3) 滑轮组中的动滑轮的重力。

**提示:**(1) 工人拉绳子的速度  $v = 3v_{\text{物}} = 0.3\text{ m/s}$ 。(2) 物体上升 10 s 移动的距离  $h = v_{\text{物}}t = 0.1\text{ m/s} \times 10\text{ s} = 1\text{ m}$ ,有用功  $W_{\text{有用}} = Gh = 810\text{ N} \times 1\text{ m} = 810\text{ J}$ ,总功  $W_{\text{总}} = Pt = 90\text{ W} \times 10\text{ s} = 900\text{ J}$ ,滑轮组的机

械效率  $\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{810\text{ J}}{900\text{ J}} \times 100\% = 90\%$ 。(3) 克服动滑轮重做功  $W_{\text{动}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}} - W_f = 900\text{ J} - 810\text{ J} - 60\text{ J} = 30\text{ J}$ ,动滑轮受到的重力  $G_{\text{动}} = \frac{W_{\text{动}}}{h} = \frac{30\text{ J}}{1\text{ m}} = 30\text{ N}$ 。

答案:(1) 0.3 m/s (2) 90% (3) 30 N

【超级链接】“巅峰训练 7”第 1 题。