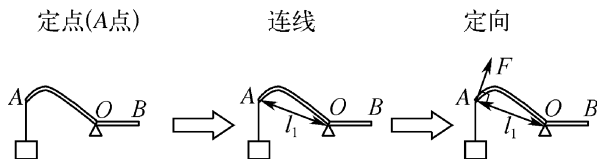


第十一章 简单机械和功

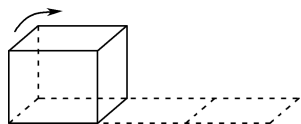


焦点1 不可小看的“最小力”

【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)。



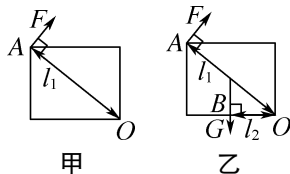
【例题展示】在“大力士”比赛中, 需要把一质量 $M = 300 \text{ kg}$ 、底面边长为 4 cm 、高为 3 cm 、质量分布均匀的长方体, 利用翻滚的方法沿直线移动一段距离, 如图所示。



(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 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



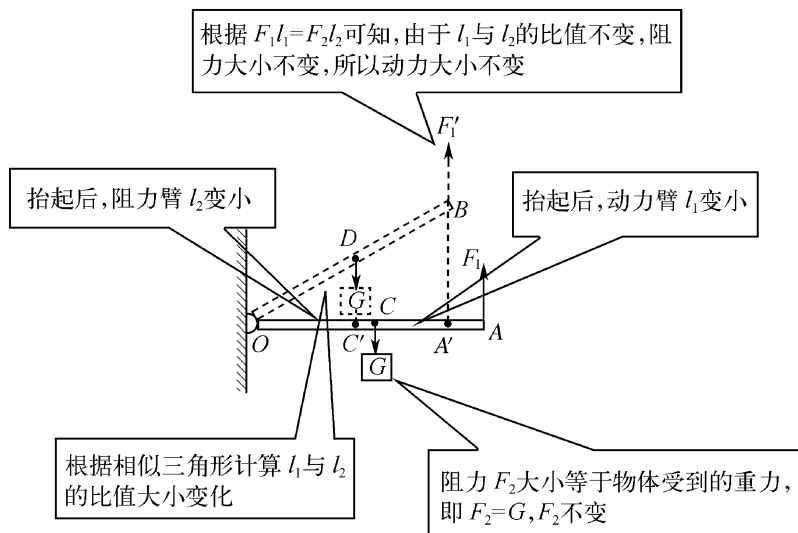
即为最小力,如图甲所示。(2) 翻滚时,长方体的重力是阻力,其力的示意图与力臂如图乙所示,则 $l_1 = \sqrt{(3\text{ m})^2 + (4\text{ m})^2} = 5\text{ m}$, $l_2 = \frac{1}{2} \times 4\text{ m} = 2\text{ m}$,由杠杆的平衡条件有 $Fl_1 = Gl_2$,即 $F \times 5\text{ m} = 300\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times 2\text{ m}$,解得 $F = 1\,200\text{ N}$ 。

答案:(1) 如图甲所示 (2) $1\,200\text{ N}$

【超级链接】“巅峰训练 1”第 9 题。

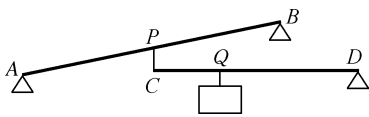
焦点 2 抬木棒的学问

【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 N 600 N

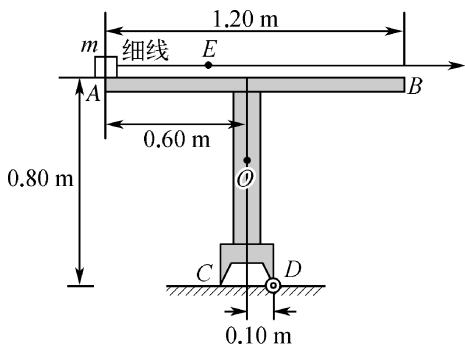
【超级链接】“巅峰训练 2”第 8 题。

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



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 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 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 s

【超级链接】“巅峰训练 1”第 5、6 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,都可以根据需要以滑轮为研究对象,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 $F_{\text{乙}}=3F=3\times 10\text{ N}=30\text{ N}$ 。

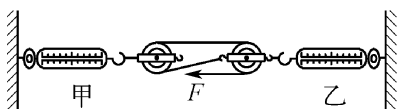


图1

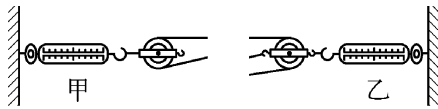
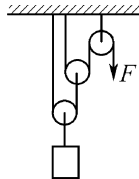
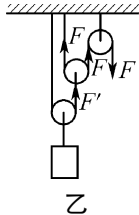
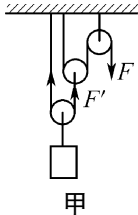


图2

【例题展示】如图所示,小丽用三个重均为 10 N 的滑轮组成的滑轮组匀速吊起重 470 N 的物体,物体上升 5 m ,不计绳的重力及一切摩擦。则拉力 $F=\underline{\hspace{2cm}}\text{ N}$,绳子自由端移动的距离为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{ m}$ 。



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



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 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 $s=2s'=2\times 10\text{ m}=20\text{ m}$ 。

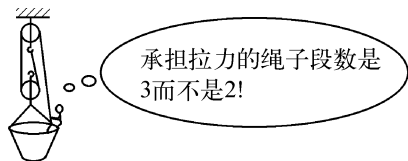
答案:125 20

【超级链接】“巅峰训练3”第2题。

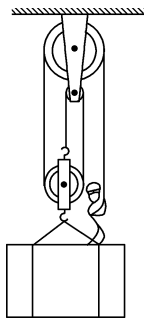
焦点5 “人货同车(筐)”的分析

【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 $G_{\text{人}} = 800 \text{ N}$ ，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， $4F_1 = G_1 + G_{\text{动}} + G_{\text{人}}$ ，用 F_2 竖直向下拉绳使 G_2 匀速上升时， $4F_2 = G_2 + G_{\text{动}} + G_{\text{人}}$ ，又 $F_1 : F_2 = 6 : 7$ ，有 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{G_1 + G_{\text{动}} + G_{\text{人}}}{G_2 + G_{\text{动}} + G_{\text{人}}} = \frac{6}{7}$ ， $\frac{1\,500 \text{ N} + G_{\text{动}} + 800 \text{ N}}{1\,900 \text{ N} + G_{\text{动}} + 800 \text{ N}} = \frac{6}{7}$ ，解得 $G_{\text{动}} = 100 \text{ N}$ ，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 $F_{\text{支}} = G_1 + G_{\text{人}} + G_{\text{动}} - 4F_0 = 1\,500 \text{ N} + 800 \text{ N} + 100 \text{ N} - 4 \times 500 \text{ N} = 400 \text{ N}$ 。(2) 匀速提升 G_2 时，有 $4F_2 = G_2 + G_{\text{动}} + G_{\text{人}}$ ，得 $F_2 = \frac{G_2 + G_{\text{动}} + G_{\text{人}}}{4} = \frac{1\,900 \text{ N} + 100 \text{ N} + 800 \text{ N}}{4} = 700 \text{ N}$ ，则 $G_{\text{人}} = F'_{\text{支人}} + F_2$ ，得 $F'_{\text{支人}} = G_{\text{人}} - F_2 = 800 \text{ N} - 700 \text{ N} = 100 \text{ N}$ ，人对货箱的压力 $F'_{\text{压}} = F'_{\text{支人}} = 100 \text{ N}$ 。

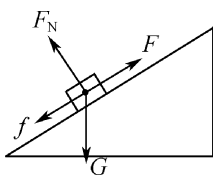
答案：(1) 400 N (2) 100 N

【超级链接】“巅峰训练 3”第 6、7 题。

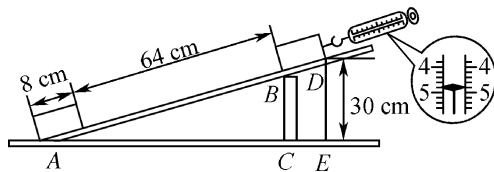
焦点 6 与功“好像无关”的摩擦力

【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 $W_3 = fs$ 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 $W_1 = Fs = 4.8 \text{ N} \times$

$0.72 \text{ m} = 3.456 \text{ J}$ 。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 $W_2 = Gh =$

$8 \text{ N} \times 0.27 \text{ m} = 2.16 \text{ J}$, $W_3 = W_1 - W_2 = 3.456 \text{ J} - 2.16 \text{ J} = 1.296 \text{ J}$, 摩擦

力 $f = \frac{W_3}{s} = \frac{1.296 \text{ J}}{0.72 \text{ m}} = 1.8 \text{ N}$ 。

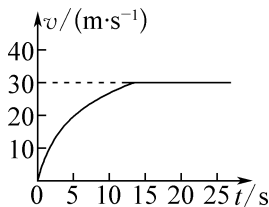
答案: 3.456 1.8

【超级链接】“巅峰训练 6”第 5 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 $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$ 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 $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$ 可知轿车的牵引力 $F = \frac{P}{v} = \frac{9 \times 10^4 \text{ W}}{30 \text{ m/s}} = 3\,000 \text{ N}$,由二力平衡可知轿车受到的阻力 $f = F = 3\,000 \text{ N}$ 。(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) 9×10^5 3 000 (2) 增大牵引力

【超级链接】“巅峰训练 5”第 1 题。

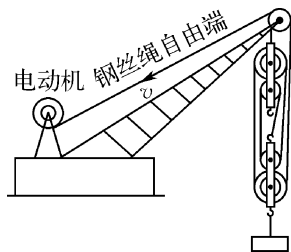
焦点 8 不能忽视的“忽略绳重及摩擦”

【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 $F = \frac{G_{\text{物}} - F_{\text{浮}} + G_{\text{动}}}{n}$ 、滑轮组的机

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

【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 m/s 的速度匀速拉动滑轮组,经过 5 min 将体积为 0.1 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 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, $\rho_{\text{物}} = 7.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, g 取 10 N/kg , $\rho_{\text{海水}}$ 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 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{海水}} g V_{\text{排}} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 0.1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ N}$ 。(2) 物体受到的重力 $G = mg = \rho_{\text{物}} g V = 7.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 0.1 \text{ m}^3 = 7600 \text{ N}$, 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 $F_1 = \frac{1}{5} (G - F_{\text{浮}} + G_{\text{动}})$, $F_2 = \frac{1}{5} (G + G_{\text{动}})$, 可得 $\frac{1}{5} (G + G_{\text{动}}) = \frac{8}{7} \times \frac{1}{5} (G - F_{\text{浮}} + G_{\text{动}})$, 解得 $G_{\text{动}} = 8F_{\text{浮}} - G = 8 \times 1000 \text{ N} - 7600 \text{ N} = 400 \text{ N}$ 。物体在海面下匀速上升过程中, 动滑轮对物体的拉力 $G - F_{\text{浮}}$ 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 $\eta =$

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

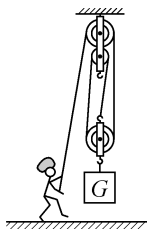
答案:(1) 1 000 N (2) 94.3%

【超级链接】“巅峰训练 6”第 11 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。