

花 **1** 小时的家教成本，
请回 **1** 学期的家教老师！

人民教育版

物理

九年级下学期

解析

◎ **重点**

◎ **难点**


◎ **疑点**





◎ 青岛出版社


PDF


《非常家教》出版说明


 **知识导航** 提纲挈领 帮你明确学习目的,了解章节基本内容,梳理清晰的线索,是你课前预习的良师。



 **要点点拨** 有的放矢 直击重点、难点与考点,点拨核心知识点,记录课堂讲评要点,是你课堂学习的益友。



 **典例详析** 举一反三 精选典型例题,通透讲解,明示诀窍,详析规律,纠正误区,是你快速提高的捷径。



 **基础自测** 知根知底 题目难度适中,涵盖章节基本内容,力求夯实基础,可用于课后及时检测,是你巩固根本的秘方。



 **能力拓展** 触类旁通 优中选精,拒绝题海。帮你有效提升创新能力,增强学习的信心,打造智慧与成功之旅。



 **学习指南** 授人以渔 帮你归纳学习方法,及时总结解题思路,增强学习效果,探求为学之道。

 **章末总结**  **温故知新** 串联知识点,梳理知识结构;明确中考定位,把握命题趋势;指点迷津,是你自主复习的“非常家教”。

 **章末测评**  **量身定做,查漏补缺** 名家精心挑选全面涵盖本章内容的各种形式的习题,帮你巩固知识,及时发现不足,从而使复习更有针对性,事半功倍。

 **挑战中考**  因为似曾相识,所以游刃有余!

 **期中测评**  行百里者半九十,一定要再接再厉!

 **期末测评**  面对优异的成绩,非常家教平常心!



目录

CONTENTS

| | |
|----------------------------|-------|
| 第十五章 功和机械能 | (1) |
| 一 功 | (1) |
| 二 机械效率 | (9) |
| 三 功率 | (17) |
| 四 动能和势能 | (25) |
| 五 机械能及其转化 | (32) |
| 章末总结 | (40) |
| 章末测评 | (45) |
| 第十六章 热和能 | (48) |
| 一 分子热运动 | (48) |
| 二 内能 | (53) |
| 三 比热容 | (60) |
| 四 热机 | (68) |
| 五 能量的转化和守恒 | (74) |
| 章末总结 | (81) |
| 章末测评 | (86) |
| 第十七章 能源与可持续发展 | (89) |
| 一 能源家族 | (89) |
| 二 核能 | (94) |
| 三 太阳能 | (98) |
| 四 能源革命 | (104) |
| 五 能源与可持续发展 | (109) |
| 章末总结 | (115) |
| 章末测评 | (119) |
| 期中测评 | (122) |
| 期末测评 | (125) |
| 参考答案 | (128) |

第十五章 功和机械能

一 功

知识导航

勇于开始，才能找到成功的路

一、力学中的功

1. 做功的含义：有_____作用在物体上，并且物体在这个力的_____上移动了一段_____。

2. 做功的必要因素：

(1) 作用在物体上的力；

(2) 物体在这个力的方向上移动的距离。

二、功的计算

1. 定义：在物理学中，功等于_____的乘积。

2. 公式： $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3. 单位：

(1) 国际制单位：_____，简称_____，用J表示。

(2) 换算：1 J = _____。

三、功的原理

1. 内容：使用任何机械都_____。

2. 使用机械的优点：

可以_____、省_____、改变动力的_____、使做功_____、省时高效等。

要点点拨

读书不知要领，苦而无功

1. 功的概念及做功的两个必要因素

力与在力的方向上移动的距离的乘积叫做功。从概念中可以看出物体做功必须具备两个要素：一是作用在物体上的力；二是物体在力的方向上通过的距离。两者缺一不可。注意下列三种情况都没有对物体做功：

(1) 物体移动了一段距离，但没有受到力的作用。例如，物体在光滑水平面上做匀速运动，在水平方向没有受到阻力，也没有受到动力，物体由于惯性而运动，因而没有力对物体做功。

(2) 物体受到力的作用，但没有沿力的方向通过距离。例如，用力推车，车没有被推动。推车的力没有对车做功。又如，一个人举着重物不动，他对重物的举力没有对重物做功。

(3) 物体受到了力的作用，也通过了距离，但物体移动的距离跟物体受到的力的方向垂直。例如，用手竖直向上的拉力提水桶，沿水平方向移动了一段距离，水桶没有在竖直方向上移动距离，这个拉力也没有对水桶做功。

2. 功的计算

在物理学中，把力和在力的方向上移动的距离的乘积叫做功，即功 = 力 × 在力的方向上移动的距离，用公式表示为 $W = Fs$ 。

公式中符号的意义及单位： W ——功——焦耳(J)， F ——力——牛顿(N)， s ——距离——米(m)。

注意：应用上述公式计算时，还必须注意以下几点：

(1) 要明确是哪个力对哪个物体做功，或者是哪个施力物体对哪个受力物体做功。

(2) 公式中的 F 是作用在物体上的力，公式中的 s 是物体在力 F 作用下，在力的方向上通过的距离。“在力的方向上通过的距离”这句话要引起重视，否则在计算功时容易出错。例如：某人用 50 N 的水平推力，推动重 100 N 的箱子，在水平地面上前进 10 m，求人对于箱子做的功。

如果按 $W = Fs = 100 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 1\ 000 \text{ J}$ 计算，其运算是错误的，因为 100 N 是箱子的重力，方向竖直向下，而人对箱子的推力(50 N)对箱子做了功，其大小为 $W = Fs = 50 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 500 \text{ J}$ 。

(3) $W = Fs$ 中的 F 是使物体沿着 F 方向移动 s 距离过程中始终作用在物体上的力，其大小和方向是不变的。

3. 功的原理

使用任何机械，人们所做的功都等于不用机械而直接用手所做的功，也就是说使用任何机械都不省功，这个结论就叫做功的原理。斜面就是利用功的原理推导出的省力机械。如用 h 代表斜面的高， s 代表斜面的长，那么把重物推上斜面时，所用的力为 $F = G \frac{h}{s}$ ，也就是说斜面长是斜面高的几倍，推力就是物体重力的几分之一。

功的原理虽然对任何机械都适用，但我们前面讲的都是一种“理想状态”。例如不论是轮轴，还是滑轮及杠杆，都不考虑机械自身的重力及工作时的摩擦力，而

这些都是客观存在,所以我们在应用功的原理进行计算(如斜面问题)时,也是一种“理想化”的状态。



核心记忆

力和功的联系及区别

做功有两个必要的条件:力和在力的方向上通过的距离,因而,力和功紧密联系,但是它们之间绝对不能画上等号。力是物体对物体的作用,力的效果是使物体发生形变或改变物体的运动状态。做功除了有外力,还需要在力的方向上移动一段距离,做功是一个过程,它的结果是使物体的能量发生变化。

力和功的单位不一样,力有方向性,而功则没有。做功必须有力,但有了力不一定会做功,如物体在静止时尽管受到力也没有做功,但是不是物体移动了,通过了一段距离就有力做功了呢?这也得看力与距离的关系,若力的方向与物体运动的方向垂直,那么这个力也不会做功。使用简单机械如杠杆、轮轴、滑轮、斜面等,虽然是省了力,但并没有省功,所以说力和功之间既有联系,又有区别。要想学好它们,就不能把它们混淆。

典例详析

读书之法,莫贵于循序而致精

例题 1

关于做功,下列叙述中正确的是 ()

- A. 举重运动员举着杠铃不动,举力做了功
B. 起重机吊着货物沿水平方向匀速移动了距离,向上的拉力做了功

错解

A 或 B 或 D

- C. 重物竖直下落,重力做了功
D. 小球在水平面上滚动,重力做了功

错解分析

如果不理解做功的两个因素,易错选 A 项,认为有力,又有距离,就做功;如果不理解力的方向与移动方向垂直不做功的道理,易错选 B 项或 D 项。C 项正确,因为重物竖直下落,重物沿重力方向移动了距离,故重力对重物做了功。

【正解】 C



解题诀窍

物体只有在力的方向上移动了距离,这个力才对物体做功;当力的方向与物体的运动方向垂直时,这个力并不做功。

例题 2

十一黄金周的时候,欢欢同学与爸爸开车出游,迎面公路上有一块大石头挡住了去路,爸爸决定把石头推到路边,但他费了很大的力,累得满头大汗,石头却一点没动,如图 15-1-1 所示。你认为爸爸对石头做功了吗?为什么?



图 15-1-1



指点迷津

判断一个力是否做了功,必须同时满足两个条件。欢欢同学的爸爸虽然对石头施了力,但在力的方向上没有移动距离,因此没有做功。

【解】 欢欢同学的爸爸对石头没有做功。根据做功的两个必要因素:一是有力作用在物体上,二是物体在这个力的方向上通过一段距离。欢欢同学的爸爸对石头虽然用了力,但石头没有在力的方向上通过距离,因此欢欢同学的爸爸对石头没有做功。



解题诀窍

做功包括两个必要因素:一是作用在物体上的力,二是物体在力的方向上通过的距离,二者缺一不可。

例题 3

(2008·无锡)如图 15-1-2 所示,用 10 N 的水平推力推着重为 60 N 的物体沿水平方向做直线运动。若推力对物体做了 60 J 的功,则在这一过程中

- A. 物体一定受到 10 N 的摩擦力
B. 重力做的功一定为 360 J
C. 物体一定运动了 1 m
D. 物体一定运动了 6 m

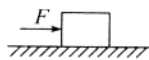


图 15-1-2

【答案】 D



解题诀窍

水平推力对物体做功时,只与水平方向的推力大小和水平方向上通过的距离有关,与物重无关。

例题 4

如图 15-1-3 所示,物体 G 重 200 N,在水平面上移动时受到的阻力为 30 N,用水平力 F 向右拉动时,物体 G 恰能做匀速直线运动,求当物体移动 80 cm

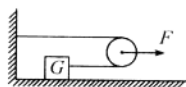


图 15-1-3

时,力 F 所做的功。(滑轮重及绳间摩擦不计)

指点迷津

物体做匀速直线运动时受到平衡力的作用,所以绳拉物体的力大小等于阻力,作用于动滑轮的力 F 是绳上拉力的 2 倍,但动滑轮移动的距离仅是物体 G 移动距离的一半.

【解】 绳子拉动物体的力 $T=f=30\text{ N}$,
因此水平力 $F=2T=2f=2\times 30\text{ N}=60\text{ N}$.

水平力使动滑轮移动的距离: $s_F = \frac{1}{2}s_G = \frac{1}{2}\times 0.8\text{ m}=0.4\text{ m}$.

所以, $W=Fs=60\text{ N}\times 0.4\text{ m}=24\text{ J}$.

解题诀窍

重力的方向是竖直向下的,而物体是在拉力的作用下向前运动,故重力不做功;又因为 G 做匀速直线运动,所以向前的拉力等于它所受到的摩擦力 $T=f$. 本题易忽略之处有二:一、误认为重力做功;二、误认为 $F=T=f$. 出现这些错误的原因是对做功的两个必要条件没有正确理解.

例题 5

如图 15-1-4 所示, $AC > AB$, 沿斜面 AC 和 AB 分别将同一重物从底部匀速推到顶端, 所用推力分别为 F_1 和 F_2 , 所做的功分别为 W_1 和 W_2 . 若不考虑摩擦, 则 ()

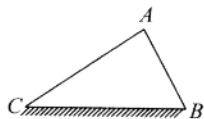


图 15-1-4

- A. $F_1 > F_2, W_1 = W_2$
- B. $F_1 = F_2, W_1 = W_2$
- C. $F_1 < F_2, W_1 = W_2$
- D. $F_1 < F_2, W_1 < W_2$

指点迷津

根据功的原理,用机械与不用机械直接用手做的功相等,因此同一个物体沿不同斜面上升到同一高度,这两次做的功相等.又因 $AC > AB$,利用斜面公式可得 $F_1 < F_2$.

【答案】 C

解题诀窍

要正确理解功的原理的含义,并能熟练应用斜面公式.真正理解使用机械时人们所做的功,都等于不用机械而直接用手所做的功,即使用任何机械都不省功.

例题 6

如图 15-1-5 所示,物体 A 以 2 cm/s 的速度在水平地面上做匀速直线运动,此时弹簧测力计的示数为 3 N ,水平拉力 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ N ,物体 A 受到的摩擦力 $F_f = \underline{\hspace{2cm}}$ N , 2 s 内拉力 F 做功 $W = \underline{\hspace{2cm}}$ J . (滑轮、弹簧、测力计的重力以及滑轮与绳的摩擦不计)

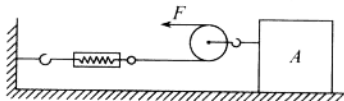


图 15-1-5

指点迷津

求物体 A 受到的摩擦力大小可分别对动滑轮和 A 物体进行水平方向上的受力分析,如图 15-1-6 所示.拉力 F 等于弹簧测力计的示数 F' ,因动滑轮做匀速直线运动,它受平衡力作用,故 $F_T = F + F' = 3\text{ N} + 3\text{ N} = 6\text{ N}$.物体 A 也做匀速直线运动,它也受平衡力的作用,故 $F_1 = F_T'$, F_T 和 F_T' 是相互作用力,大小相等,所以 A 受到摩擦力 $F_f = 6\text{ N}$.物体在 2 s 内移动的距离 $s_0 = vt = 0.02\text{ m/s} \times 2\text{ s} = 0.04\text{ m}$,但使用动滑轮省力要费距离,故拉力移动的距离应为 $s = 2s_0 = 0.08\text{ m}$,拉力做功 $W = Fs = 3\text{ N} \times 0.08\text{ m} = 0.24\text{ J}$.

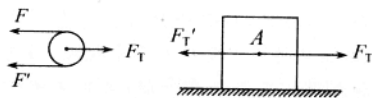


图 15-1-6

【答案】 3 6 0.24

解题诀窍

1. 对物体进行受力分析,能帮助解题.
2. 试题源于生活,又有所抽象,要养成善于观察、勤于思考的良好习惯,将所学的物理知识运用到解决实际问题中去.

例题 7

某人乘坐出租车在平直的公路上行驶,出租车的牵引力为 $3 \times 10^3\text{ N}$,图 15-1-7 为他乘车到达目的地的车费发票.

| |
|-------------|
| TAXI |
| 车费发票 |
| 车号 E:U-8888 |
| 日期 07-05-28 |
| 上车 10:00 |
| 下车 10:05 |
| 单位 2.00 |
| 里程 6.0 km |
| 金额 16.00元 |

图 15-1-7

- 求:(1)出租车行驶的时间;
 (2)出租车行驶的速度(设速度不变);
 (3)出租车在这段时间内做的功.

指点迷津

由车费发票可知,出租车行驶的时间应为下车时间减去上车时间;要求行驶的速度,应找到行驶的路程即票面上的里程和行驶的时间;而出租车在这段时间内做的功,可利用公式 $W=Fs$ 来计算,牵引力 F 题目中已给出,利用票中的里程 s ,代入公式即可算得.

【解】 (1)从车票中可以看到乘客上车的时间 10:00,下车时间 10:05,所以行车时间为 $t=5 \text{ min}=300 \text{ s}$;

(2)出租车行驶的路程 $s=6.0 \text{ km}=6\,000 \text{ m}$,所以行车速度为 $v=\frac{s}{t}=\frac{6\,000 \text{ m}}{300 \text{ s}}=20 \text{ m/s}$;

(3)出租车在 5 min 内所完成的功

$$W=Fs=3 \times 10^3 \text{ N} \times 6\,000 \text{ m}=1.8 \times 10^7 \text{ J}.$$

解题诀窍

试题源于生活,又有所抽象,这正是从物理现象认识社会生活的有效之处.从表面上看,该题考查的是速度和功的公式,但题干只给出牵引力这一个已知条件,其余条件则需要从发票中挖掘,而发票中有用信息和无用信息混杂在一起,则需要学生自主收集有用信息,所以该题又考查了同学们收集信息和处理信息的能力.

例题 8

一正方体质量为 m ,边长为 a ,如图 15-1-8 所示,某人要通过翻转的方法,将该正方体前移 $s=10a$,则此人至少对该正方体做多少功?

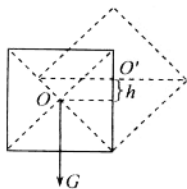


图 15-1-8

指点迷津

如图 15-1-7 所示,当翻转正方体时克服正方体重力做功,也就是在翻转过程中,每翻转一次即从实线正方体转到虚线正方体时,将正方体重心抬高 h ,且每次移动, $h=\frac{\sqrt{2}}{2}a-\frac{1}{2}a=\frac{1}{2}(\sqrt{2}-1)a$,所以每移动 a 时,克服重力做功 $W_1=Gh$.

【解】 翻转一次克服重力做功

$$W_1=Gh=mg \cdot \frac{1}{2}(\sqrt{2}-1)a.$$

翻转一次,前移 a ,共前移 $s=10a$.

所以,至少做功为 $W=10W_1=10 \cdot mg \cdot \frac{1}{2}(\sqrt{2}-1)a=5(\sqrt{2}-1)mga$.

解题诀窍

有的物体在计算做功时,无法用 $W=Fs$ 直接求解,要用到思维转换.物体的重心被抬高了,就是克服重力做了功,即该物体的重力势能的增加,就是克服重力对物体做的功.

例题 9

打捞沉船时,常先将金属浮箱注满水,沉入水底,再用钢绳将其固定在沉船上,然后向浮箱中压入气体,排出浮箱内的水,这样浮箱就可上浮,把沉船拉起.在某次打捞作业中,所用的浮箱为边长是 2 m 的正方体,自重 $2 \times 10^3 \text{ N}$.当浮箱沉入水底时,上表面距水面 20 m,求(g 取 10 N/kg):

- (1)此时浮箱上表面受到的水的压强;
- (2)浮箱受到的浮力;
- (3)当把浮箱内的水全部排出,浮箱与沉船一起匀速上浮时,浮箱对沉船的拉力;
- (4)浮箱开始上浮到上表面与水面相平的过程中,浮力对浮箱做的功.

指点迷津

本题是一道浮力知识、压强知识和合力知识相综合的题目,关键是要会进行受力分析,灵活运用知识进行有关运算.当浮箱内的水全部排出,浮箱与沉船一起匀速上浮时,钢绳所受的拉力等于浮箱向下的重力和向上的浮力之差.在浮箱开始上浮到上表面与水面相平的过程中浮箱向上运动了 20 m.

【解】 (1)浮箱上表面受到的水的压强

$$p=\rho_{\text{水}}gh=1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 20 \text{ m}=2 \times 10^4 \text{ Pa}.$$

(2) 浮箱受到的浮力 $F_{浮} = \rho_{水} g V_{排} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 2^3 \text{ m}^3 = 8 \times 10^4 \text{ N}$.

(3) 浮箱对沉船的拉力 $F_{拉} = F_{浮} - G = 8 \times 10^4 \text{ N} - 2 \times 10^3 \text{ N} = 7.8 \times 10^4 \text{ N}$.

(4) 浮力对浮箱做的功 $W = F_{浮} h = 8 \times 10^4 \text{ N} \times 20 \text{ m} = 1.6 \times 10^6 \text{ J}$.

解题诀窍

本题是一道综合应用的题目,综合了液体压强、功、受力分析等各方面的知识,应用时,应一字一句读清题意,找清关键词语,根据所学基础知识一步一步解决.

例题 10

教材中对使用动滑轮提升物体进行分析得出:使用动滑轮可以省力,但不会省功.是否使用其他简单机械也不省功呢?请你设计一个实验进行探究,看使用杠杆提升重物是否能够省功.

(1) 画出实验图.

(2) 写出所需测的物理量.

(3) 分析后得出结论.

指点迷津

使用任何机械都不省功.使用机械的优点是:

- (1) 有的机械可以省力;
- (2) 有的机械可以省距离;
- (3) 有的机械可以改变动力方向;
- (4) 有的机械做功快,省时高效.

【解】 (1) 如图 15-1-9 所示.

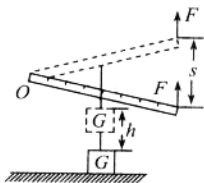


图 15-1-9

(2) 需测砝码重力 G , 砝码提升高度 h , 求直接用手提砝码需做的功 W_1 ; 测动力 F , 杠杆 F 端移动的距离 s , 求使用机械所做的功 W_2 .

(3) 结论: 使用杠杆这种简单机械不省功.

解题诀窍

明确实验目的是研究使用杠杆提升重物时能不能省功,即手直接提重物所做的功与利用杠杆提重物所做的功是否相等.明确实验中动力就是竖直向上的拉力 F , 阻力的大小等于砝码重.

一、选择题

1. 对于功的理解, 下列说法正确的是 ()
- A. 作用在物体上的力越大, 做的功就越大
 - B. 物体移动的距离越长, 做的功就越多
 - C. 有力作用在运动的物体上, 该力必然对物体做功
 - D. 有力作用在物体上, 物体在力的方向上移动了距离才算力对物体做了功
2. 下列判断正确的是 ()
- A. 运动员举着杠铃, 运动员在对杠铃做功
 - B. 雨滴从高处落下, 重力对雨滴在做功
 - C. 木块浮在水面上, 浮力对木块在做功
 - D. 汽车在水平公路上行驶, 路面对汽车的支持力在做功
3. 陷进沼泽的汽车, 司机费了九牛二虎之力, 汽车还是纹丝不动, 此过程 ()
- A. 发动机对汽车没有做功
 - B. 发动机对汽车没有作用力
 - C. 司机对汽车做了功
 - D. 地面的摩擦力对汽车做了功
4. 两辆车, 大车的重力是小车的 2 倍, 在相同大小的力的作用下沿不同的水平路面通过了相同的路程, 则 ()
- A. 力对大车所做的功比小车多
 - B. 力对小车所做的功多
 - C. 力对两辆车所做的功相同
 - D. 难以判断
5. 如图 15-1-10 所示, 用水平力 F 拉 A 物体在光滑的水平面上沿直线移动 s , 做功为 W_1 ; 用同样的力 F 拉 B 物体在粗糙的水平面上沿直线也移动 s , 做功为 W_2 , 则 ()

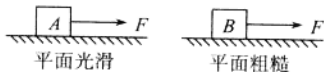


图 15-1-10

- A. $W_1 > W_2$
- B. $W_1 < W_2$
- C. $W_1 = W_2$
- D. 无法比较

6. (2008 · 北京) 如图所示的 4 种情景中, 人对物体做功的是 ()



举重运动员
举着杠铃不动
A



工人将货箱
从地面搬到桌上
B



修理工用力推
汽车, 汽车没动
C



大力士支撑着
大轮胎静止不动
D

7. 下列机械中, 能省功的机械是 ()

- A. 扳手 B. 天平
C. 剪刀 D. 以上三个均不能省功

8. 如图 15-1-11 所示, 用水平力 F 拉着重为 100 N 的物体, 在水平地面上向左匀速移动了 5 m , 物体所受地面的摩擦力大小为 20 N , 则 ()

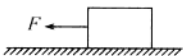


图 15-1-11

- A. 重力做的功是 500 J
B. 拉力大小为 100 N
C. 拉力大小为 120 N
D. 拉力做的功为 100 J

9. 甲、乙两个形状相同的容器, 开口都向上, 现倒入部分水, 如图 15-1-12 所示, 如果将两块完全相同的金属块用细线系着分别浸入同样的深度, 这时两容器水面相平齐, 现两人将金属块匀速提高水面, 则做功多的是 ()

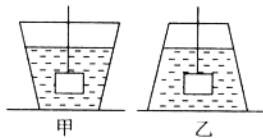


图 15-1-12

- A. 甲 B. 乙
C. 一样多 D. 无法判断

二、填空题

10. 使用动滑轮提升重物时, 可以省 _____, 需多费 _____, 但对重物做的功 _____.

11. 起重机吊着 $5 \times 10^4\text{ N}$ 的货物. 若将货物匀速提升 10 m 高, 起重机钢绳拉力对货物做的功是 _____ J ; 接着将货物沿水平方向匀速移动 10 m ,

拉力对货物做的功是 _____ J ; 之后又吊着货物不动经过 2 s , 拉力对货物做的功 _____ J , 整个过程中拉力做的总功是 _____ J .

12. (2008 · 潍坊) 如图 15-1-13 所示, 2008 年北京奥运会火炬的质量为 985 g , 火炬手持火炬沿水平路面匀速前进 20 m , 火炬手对火炬做的功为 _____ J . 若使火炬匀速升高 1 m , 火炬手对火炬做的功为 _____ J . (不计空气阻力及燃料质量的变化, g 取 10 N/kg)



图 15-1-13

13. 如图 15-1-14 所示, 轻质杠杆 $OA:OB=3:2$, 用竖直向下的力 F 压杠杆 A 端, $F=30\text{ N}$, 使 A 端匀速下降了 15 cm , F 所做的功 $W_1=_____$, 物体重 $G=_____$. 若不使用杠杆来提升重物, 而直接用人手来提起重物, 使物体上升相同高度, 那么人做的功 $W_2=_____$.

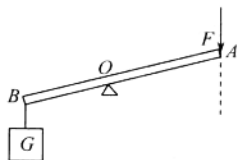


图 15-1-14

14. 某物体浸没在水中, 正在竖直上升, 如图 15-1-15 甲所示, 它的受力情况如图 15-1-15 乙所示, 则浮力 $F_{浮}$ 的大小为 _____ N , 合力的大小为 _____ N . 物体在上表面露出水面前, 上升了 10 cm , 在此过程中, 浮力对物体做的功为 _____ J .

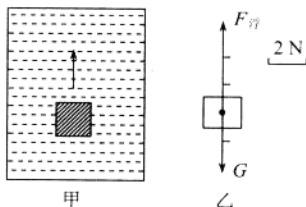


图 15-1-15

三、解答题

15. 小明在水平面上用 50 N 的水平推力推着一辆重 120 N 的小车前进了 10 m , 撤去推力后, 小车又向前前进了 1 m . 推力对小车做了多少功?

16. 如图 15-1-16 所示, 小球重 2 N, 从斜面顶端 A 处滚下, 到达底端 B 处后又沿水平面 BC 滚动, 已知 $AB=BC=5\text{ m}$, $BD=4\text{ m}$, 小球在 A 到 B 过程中和 B 到 C 过程中, 重力做的功各是多少?

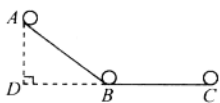


图 15-1-16

18. 如图 15-1-17 所示, 均匀木棒 AB 长 2 m, 重力为 20 N, 支点为 O, 且 OA 为 1.2 m, 杠杆 A 端置于桌面上, 现有一个重力为 10 N 的球在水平力 F 的作用下从 A 点向右匀速运动, 如果 F 大小为 3 N 且保持不变, 求当小球运动刚好使杠杆失去平衡时, 力 F 所做的功.

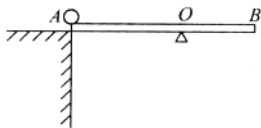


图 15-1-17

19. 图 15-1-18 所示是某建筑工地上正在运行的一台起重机吊臂上的滑轮组, 由电动机向滑轮组提供动力, 匀速起吊重 $5.98 \times 10^4\text{ N}$ 的物体 (不计摩擦和绳重). 已知动滑轮和铁钩重 200 N, 在重物以 0.5 m/s 的速度匀速升高 20 m 的过程中, 电动机对滑轮组做了多少功?



图 15-1-18

能力拓展 有志者自有千方百计, 无志者只感千难万难

17. 在学习了功的原理后, 小柯找来杠杆和动滑轮做实验, 实验数据如下:

| 记录 实验 | 提升重物做功 | | | 动力做功 | | |
|----------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | 物重 (G/N) | 升高 (h/m) | 功 (W/J) | 动力 (F/N) | 距离 (s/m) | 功 (W/J) |
| 杠杆 | 10 | | 2 | 4 | 0.5 | 2 |
| 动滑轮 | 4 | 0.3 | 1.2 | 2.2 | 0.6 | 1.32 |

(1) 在表中空格处补填上数字;

(2) 他发现提升重物做功和动力做功在动滑轮实验中不相等, 原因是_____.

20. 一质量为 $3\,000\text{ kg}$ 的汽车沿着长为 5.4 km 的盘山公路匀速行驶. 当它从山脚行驶到高为 0.5 km 的山顶时, 耗时 15 min . 汽车发动机的牵引力为 $4\,000\text{ N}$. 求:

- (1) 汽车的行驶速度;
- (2) 汽车发动机牵引力做的功;
- (3) 汽车发动机牵引力的功率.

21. 一个体重为 500 N 的同学骑自行车上学, 在水平路面上以 4 m/s 的速度匀速行驶, 有关数据如下表所示:

| | |
|------------------|-------------------------------|
| 自行车净重 | 200 N |
| 行驶过程中轮胎与地面接触的总面积 | $1 \times 10^{-2}\text{ m}^2$ |
| 匀速行驶过程中的总阻力 | 30 N |
| 车轮直径 | 0.61 m |
| 轮胎承受的最大气压 | $1.2 \times 10^5\text{ Pa}$ |

- (1) 在行驶过程中, 车对地面的压强是多大?
- (2) 该同学骑车沿直线匀速行驶 10 min 做了多少功?

22. 重 60 N 的正方体木块在水平拉力 F 的作用下, 沿水平地板做匀速直线运动. 若 $F=10\text{ N}$, 则:

- (1) 木块与地板之间的摩擦力 F_f 是多少牛顿?
- (2) 在水平地面上物块移动了 5 m 的过程中, 重力做的功为多少焦耳?
- (3) 把重物沿长 5 m , 高 3 m 的光滑斜面匀速拉上顶端, 如图 15-1-19 所示, 拉力 F 为多少牛顿?

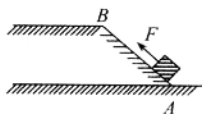


图 15-1-19

- (4) 从底端到顶端过程中克服重力所做的功是多少焦耳?

学习指南 学习最大的敌人是遗忘

1. 利用思维转换法求功的问题

有的物体在计算做功时, 无法用 $W = Fs$ 直接求解, 要用到思维转换, 这种思维方法是:

- (1) 根据做功过程分析是什么力做功.
- (2) 克服重力做功时, 物体的重心被抬高了, 就是克服重力做了功.

2. 功在生产中的应用

功的计算在能量转化上应用很普遍.

(1)流水的能量:水的流量越大,其能量也越大,故而大坝修筑很高,用以提高水位的高度,增大水的重力势能,从而增大水的发电量.

(2)大坝做得上窄下宽是因为水的压强随深度的增加而增大,起到了抵抗压强的作用.

二 机械效率

知识导航 勇于开始, 才能找到成功的路

一、有用功和额外功

1. 有用功:为了达到一定目的_____做的功.
2. 额外功:对完成某项任务来说,不需要但又_____的功.
3. 总功:完成某项任务时,_____. 总功等于_____加_____.

二、机械效率

1. 概念:_____跟_____的比值.
2. 表达式: $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$, 其中, $W_{\text{有}}$ 表示_____, $W_{\text{总}}$ 表示_____, η 表示_____.
3. 规律:有用功总是_____总功,所以机械效率总是小于_____.

三、斜面的机械效率

1. 公式: $\eta = \frac{Gh}{FL}$.
2. 斜面的倾斜程度越大,越_____力,但机械效率_____.

要点点拨 读书不知要领, 苦而无功

1. 有用功、额外功、总功

(1)有用功

对实现目的有用的那部分功叫有用功,用 $W_{\text{有}}$ 表示.

在使用机械做功时,对人们有用的功,用 $W_{\text{有}}$ 表示.

有用功是人们为了完成做功目的必须做的功,是无论采用何种机械何种方式都必须做的功.例如,要想提水上楼,对水做的功就是有用功,不论你是沿楼梯提上去,还是用滑轮拉上去,都要对水做这么多的功.当做功的目的是要将物体升高时,动力需要克服重力对物体做功,即 $W_{\text{有}} = Gh$;当做功目的是拉着物体平时,需要克服支撑面的摩擦力对物体做功,即

$$W_{\text{有}} = fs_{\text{物}}.$$

在分析有用功时,应该从分析“需要做功的物体”入手,有用功在数值上等于机械作用在物体上的力与物体在力的方向上移动距离的乘积,或不用机械直接用手完成时,直接作用在物体上的力与物体在力的方向上移动距离的乘积.

(2)额外功

对人们没有用,而又不得不做的功叫额外功,用 $W_{\text{额}}$ 表示.

使用机械做功时,由于机械自重和不可避免地存在摩擦等原因,额外功是不可避免的.例如,要将水提上楼的同时,也必须把水桶提上去,若沿楼梯提水,还要克服提水人自身的重力做功,这些功都是额外功, $W_{\text{额}} = G_{\text{桶}} h + G_{\text{人}} h$.

额外功是我们不需要的,是白白浪费的能量,因此应尽量减小它.减小的方法有:减小机械自重,改进机械的结构,按规程进行保养、合理使用以减小摩擦等.例如,可以用动滑轮将水提到楼上,若不计绳重及绳和滑轮间的摩擦,这时的额外功只是克服桶重和动滑轮重将它们提高所做的功,就比人沿楼梯将水提上去做的额外功少得多.

分析额外功,应从“简单机械本身的受力情况”入手,凡为克服机械本身的摩擦力而做的功,或使机械克服本身重力而做的功就是额外功.在数值上,额外功等于机械本身重力与机械上升距离的乘积,即 $W_{\text{额外}} = G_{\text{机}} h$ 或等于机械间摩擦力与阻力作用点移动距离的乘积,即 $W_{\text{额外}} = fs$,或等于二者之和.

额外功产生的原因主要是:①各种摩擦,任何机械在运动时都会有摩擦,克服机械摩擦所做的功是额外功;②机械的自重,如各种容器重力、动滑轮重力等,克服这些重力所做的功也是额外功.

(3)总功

人们为达到某个目的而实际做的功,又常被解释为“动力所做的功”,可巧记为:目的就是有用功,实际做的是总功.

2. 机械效率的定义及公式

任何机械本身都受到重力作用,相对运动的零件间又存在摩擦,所以使用任何机械,除了做有用功外,都不可避免地要做额外功.这时动力所做的总功等于有用功加额外功.我们总是希望有用功在总功中所占的比例大些,为了了解所做的功中有用功所占的比例,物理学中引入了“机械效率”的概念.

有用功跟总功的比值叫机械效率.如果用 $W_{\text{总}}$ 表示总功, $W_{\text{有}}$ 表示有用功, η 表示机械效率,那么:

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}.$$

机械效率 η 是个比值,只有大小没有单位,通常用百分数表示.由于使用任何机械都要做额外功,因此有用功总小于总功,所以机械效率 η 总小于 1.

3. 与机械效率有关的计算

机械效率的公式是 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$. 在使用机械提重物时, $W_{\text{有}}$ 一般是指克服物体重力所做的功,即 $W_{\text{有}} = Gh$, $W_{\text{总}}$ 一般是指动力所做的功,它除了包括 $W_{\text{有}}$ 外,通常还包括克服机械自重的力和克服机械自身的摩擦力所做的功,一般用公式 $W_{\text{总}} = Fs$ 来表示. 在计算与使用滑轮组提重物有关的机械效率时,要充分利用公式 $s = nh$, 其中 n 为承担物体和动滑轮总重的绳子的段数, s 为绳子自由端移动的距离, h 为物体升高的高度,在不计摩擦力时有公式 $F = \frac{1}{n}G_{\text{总}}$.



核心记忆

1. 关于机械效率应注意的问题

(1) 机械效率 η 总小于 1, 因为 $W_{\text{有}}$ 总小于 $W_{\text{总}}$.

(2) 机械效率的高低取决于有用功和总功两个因素,不能理解成:“有用功多,机械效率高”或“总功多,机械效率低”.

(3) 机械效率的高低与是否省力及力的大小无关.

(4) 机械效率不是固定不变的. 它反映的是机械在一次做功的过程中有用功跟总功的比值. 同一机械在不同次做功的过程中,提起的物重不同,机械效率往往会不同.

2. 提高机械效率的方法

(1) 尽量减少额外功,采取减轻机械本身的重力和加润滑油减小摩擦的方法;

(2) 当额外功一定时,在机械能承受的范围内尽可能增加每次提起重物的质量,充分发挥机械的作用.

典例详析

读书之法,莫贵于循序而致精

例题 1

关于机械效率,下列说法中正确的是 ()

- A. 机械做的功越多,机械效率就越高
 B. 机械的功率越大,机械效率就越高
 C. 做额外功越多的机械,机械效率就越高
 D. 额外功在总功中占的比例越大,机械效率就

错解
A 或 B

越低

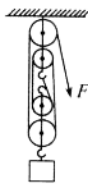
错解分析

错选 A 项的原因是对机械效率的概念认识不清. 错选 B 项的原因是把机械效率与机械的功率搞混淆了. 机械效率等于有用功 $W_{\text{有}}$ 与总功 $W_{\text{总}}$ 之比, $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$. 有用功在总功中占的比例越大,机械效率就越高;相反,额外功在总功中占的比例越大,机械效率就越低. $W_{\text{总}} = W_{\text{有}} + W_{\text{额}}$, 故 D 项正确, C 项错误.

【正解】 D

例题 2

一个工人用如图 15-2-1 所示的滑轮组提起 2 000 N 的货物,所用的拉力是 800 N,绳子自由端被拉下 4 m,下列说法中正确的是 ()



- A. 总功是 3 200 J, 机械效率是 40%
 B. 有用功是 800 J, 机械效率是 40%
 C. 有用功是 3 200 J, 机械效率是 62.5%
 D. 总功是 3 200 J, 机械效率是 62.5%



指点迷津

$W_{\text{总}} = Fs = 800 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 3 200 \text{ J}$, $\because s = 4h$,
 $\therefore h = \frac{s}{4} = 1 \text{ m}$, $W_{\text{有}} = Gh = 2 000 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 2 000 \text{ J}$,
 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{2 000 \text{ J}}{3 200 \text{ J}} \times 100\% = 62.5\%$.

【答案】 D



解题诀窍

解本题的关键,一是确定承担物重的绳子股数,根据“截线法”知 $n = 4$;二是确定哪个是总功,哪个是有用功.

例题 3

如图 15-2-2 所示,用滑轮组拉着一木块 P 沿水平面以 0.5 m/s 的速度匀速向右运动,此时弹簧测力计的读数为 4 N. 若每只滑轮重 1 N,绳与滑轮间的摩擦不计,则该滑轮组的机械效率为 _____, 在 2 s

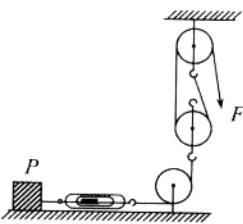


图 15-2-2

内拉力 F 做的功为 _____ J.

指点迷津

从图中可以看出共有 2 段绳子承担动滑轮和物体, 在不计绳与滑轮间的摩擦的情况下:

$$F = \frac{1}{2} \times (G + F_p) = \frac{1}{2} \times (1 \text{ N} + 4 \text{ N}) = 2.5 \text{ N},$$

在 2 s 内木块 P 移动的距离 $s_p = vt = 0.5 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 1 \text{ m}$,

根据滑轮组的特点, 拉力作用点通过的距离 $s = 2s_p = 2 \text{ m}$,

则拉力 F 做的功为总功 $W_{\text{总}} = Fs = 2.5 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 5 \text{ J}$,

使木块前进所做的功为有用功 $W_{\text{有}} = F_p \cdot s_p = 4 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 4 \text{ J}$,

则该滑轮组的机械效率 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{4 \text{ J}}{5 \text{ J}} \times 100\% = 80\%$.

【答案】 80% 5

解题诀窍

本题综合性较强, 深刻理解有用功、总功、额外功的概念, 熟悉滑轮组的特点, 是解答本题的关键,

要熟练运用 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$.

例题 4

当你用桶从井中提水时, 你对桶所做的功是 _____; 如果桶掉进井里, 从井里捞桶的时候, 捞上的桶里带一些水, 这时你对桶做的功是 _____。(填“总功”、“有用功”或“额外功”)

指点迷津

解答本题时应紧扣有用功、额外功、总功的定义, 明确每种情况下做功的目的是什么。比如当用桶从井中提水的时候, 我们目的是提水, 所以对水做的功才对我们有用, 而提水时不得不提起桶, 所以对桶做的功是额外功; 从井里捞桶的时候, 我们的目的是打捞桶, 因此对桶所做的功是有用功, 而附带起来的水对我们来说是没有用的, 所以这时候对水所做的功是额外功。

【答案】 额外功 有用功

解题诀窍

如何判断有用功、额外功、总功, 是解有关机械效率的问题的关键。解题时可以用机械做功的目的来分析。凡是用机械来升高物体的, 使物体升高所做的功

为有用功, 且有 $W_{\text{有}} = Gh$, 即有用功等于被升高的物体的重力与其被提升高度的乘积。凡是动力做的功就是总功, 且有 $W_{\text{总}} = Fs$, 它等于力与机械在动力作用下移动的距离的乘积。而用来克服摩擦和机械自身重力所做的功为额外功。可见, 在完成同一类事情时, 目的改变了, 有用功和额外功的定位也要发生变化。

例题 5

如图 15-2-3 所示, 某矿产工人用 200 N 的水平拉力, 抓紧绳子的一端, 沿水平地面匀速向右移动, 在 10 s 内将矿井里质量为 32 kg 的物体提升 4 m。根据所给条件, 请计算出与本题有关的 5 个物理量。要求写出简要说明和结果 (g 取 10 N/kg)。

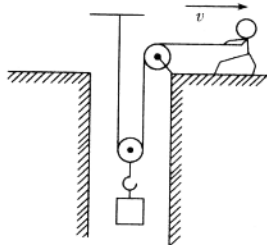


图 15-2-3

指点迷津

根据题设条件, 综合所学的知识, 可以计算出与本题有关的物理量有: 物体所受的重力、人的运动速度、拉力做的功、提升物体所做的有用功、滑轮组的机械效率等。

【解】 (1) 物体所受的重力 $G = mg = 32 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 320 \text{ N}$.

(2) 由使用滑轮组提升物体时, 拉力使绳端移动的距离 s 和物体上升的高度 h 的关系, 有 $s = 2h = 2 \times 4 \text{ m} = 8 \text{ m}$. 由速度公式 $v = s/t = \frac{8 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 0.8 \text{ m/s}$.

(3) 拉力 F 做的总功 $W_{\text{总}} = Fs = 200 \text{ N} \times 8 \text{ m} = 1600 \text{ J}$.

(4) 提升物体做的有用功 $W_{\text{有}} = Gh = 320 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 1280 \text{ J}$.

(5) 滑轮组的机械效率 $\eta = W_{\text{有}}/W_{\text{总}} = \frac{1280 \text{ J}}{1600 \text{ J}} \times 100\% = 80\%$.

解题诀窍

解答此类问题时,应该紧扣题设中的条件展开思考,以求寻找问题的切入点。例如:由质量就要考虑到重力;由路程、时间就要考虑到速度;由作用在物体上的力和沿力的方向移动的距离就要考虑到做功问题和机械效率问题。

例题 6

为了省力,把一定滑轮改为动滑轮使用,则改装后的机械效率与改装前相比较 ()

- A. 升高了 B. 降低了
C. 不变 D. 都有可能

指点迷津

此题的创新之处在于从一个新的角度来认识机械效率。把定滑轮改装成动滑轮后,在做相同有用功时,需要克服动滑轮的重力而多做一份额外功,所以机械效率会降低。

【答案】 B

解题诀窍

本题所考知识点为影响滑轮机械效率高低的因素。根据机械效率的计算表达式 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$ 可知,机械效率的高低取决于有用功和总功的大小,和是否省力无关,不要认为省力的机械机械效率就高。

例题 7

下面给出的是小丽同学对一道作业题的解答。她的解答有部分错误,请你指出她的错误之处,并通过理论推导说明你的说法是正确的。

用滑轮组匀速提升重为 $2 \times 10^3 \text{ N}$ 的物体,作用在绳子自由端的拉力为 625 N ,拉力所做的功为 $1.25 \times 10^4 \text{ J}$,滑轮组的 $\eta = 80\%$ 。若不计绳重及摩擦,将提升的重物改为重 $3 \times 10^3 \text{ N}$ 的物体,求作用在绳子自由端的拉力多大。

已知: $G_1 = 2 \times 10^3 \text{ N}$, $F_1 = 625 \text{ N}$, $W_{\text{总}} = 1.25 \times 10^4 \text{ J}$, $\eta = 80\%$, $G_2 = 3 \times 10^3 \text{ N}$ 。

求: F_2 。

解:由 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$ 得, $W_{\text{有}1} = \eta \cdot W_{\text{总}1} = 0.8 \times 1.25 \times 10^4 \text{ J} = 10^4 \text{ J}$ 。

由 $W = F_1 s$, 得, $s = \frac{W_{\text{总}1}}{F_1} = \frac{1.25 \times 10^4 \text{ J}}{625 \text{ N}} = 20 \text{ m}$ 。

$h = \frac{W_{\text{有}}}{G_1} = \frac{10^4 \text{ J}}{2 \times 10^3 \text{ N}} = 5 \text{ m}$ 。

$$\text{由 } \eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_2 h}{F_2 s}, \text{ 得, } F_2 = \frac{G_2 h}{\eta s} = \frac{3 \times 10^3 \text{ N} \times 5 \text{ m}}{0.8 \times 20 \text{ m}} = 937.5 \text{ N}.$$

指点迷津

小丽在求解过程中错误地认为用同一滑轮组提升重力不同的物体时,滑轮组的机械效率是不变的。

$$\text{推理: } \eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{Gh + G_{\text{动}} h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}} = \frac{1}{1 + \frac{G_{\text{动}}}{G}}$$

从此式看出,用同一滑轮组提升重力不同的物体时,其机械效率是不同的,在不考虑摩擦和绳重的情况下,所提升的物体越重,机械效率就越高。

【答案】 错误之处在于认为同一滑轮组提升的重物改变时,机械效率不变。

推理:由公式 $W = Fs$ 得, $W_{\text{有}} = Gh$, $W_{\text{总}} = (G + G_{\text{动}})h$ 。

$$\text{由 } \eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}, \text{ 得}$$

$$\eta = \frac{Gh}{(G + G_{\text{动}})h} = \frac{G}{G + G_{\text{动}}} = \frac{1}{1 + \frac{G_{\text{动}}}{G}}$$

由此式可知:同一滑轮组提升较重的物体时,机械效率较高。

解题诀窍

本题是一道过程开放性试题,解题过程看似合理,却又深深地隐含着错误,把错误找出来,并进行合理的说明,这对大多数学生来说是极具挑战性的。一般来说:(1)用同一滑轮组提升不同的重物时,提升重物的重力越大,滑轮组的机械效率越高;(2)用不同的滑轮组提升相同重力的重物时,动滑轮个数少的滑轮组机械效率高;(3)结构相同的滑轮组,其机械效率与绳子的段数 n 有关。

例题 8

在做“测滑轮组的机械效率”的实验中,小明和同学们测得图 15-2-4 中甲、乙两个滑轮组的机械效率不同。

(1)实验后小明想:对于同一滑轮组,它的机械效率是否不变呢?经过思考后他认为:即使像图甲中那样已绕好的滑轮组,机械效率也不是固定不变的,还应该与 _____ 有关,并用实验证明了自

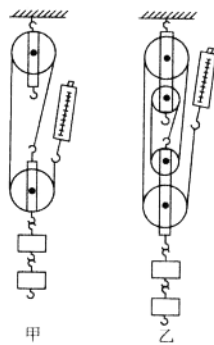


图 15-2-4

己的猜想是正确的。

你认为小明的实验方法是：

(2)小明将自己所做的上述实验告诉他的同学，大家探究的欲望更加强烈。大家认为：用滑轮组提升重物时，提升动滑轮所做的功是没有用的，所以_____

_____也应该是影响滑轮组机械效率的重要因素。小明说：“其实大家已测得的甲、乙两个滑轮组的机械效率不同，就证明了这一点。”

杨老师提醒同学们说：“大家应该注意到，在探究影响滑轮组的机械效率的因素时，我们没有考虑摩擦的因素。”



指点迷津

机械效率表示的是有用功在总功中所占比例的大小。在(1)中，小明同学研究的是装置相同的“同一个滑轮组”的机械效率，在杨老师提醒的“不考虑摩擦”的情况下，当利用同一滑轮组提升不同重物做功时，所做的额外功是相同的，提升的重物越多，额外功在总功中所占的比例就越小，机械效率也就越高。因此，在装置一定、不考虑摩擦的情况下，影响滑轮组机械效率的因素就是提升重物的物重了。验证时，也就很自然地考虑到：在不改变装置结构的情况下分别挂不同数量的钩码，然后测出它们的机械效率进行比较即可。在(2)中，根据文中的提示，应该考虑到影响滑轮组机械效率的因素是动滑轮的重力。比较甲、乙可以看出，乙中动滑轮的个数比甲的多，就会意识到，在提升相同重物的情况下，额外功占的比例越大，有用功在总功中的比例就越小，机械效率就越低。因此，应该填写“动滑轮的个数”。

【答案】 (1)改变重物的物重(或在图甲中所示的滑轮组下挂不同数量的钩码，分别测出滑轮组的机械效率并进行比较) (2)动滑轮的个数(或动滑轮的总重等)



解题诀窍

分析机械效率的大小，就应该从机械效率的定义入手。根据定义可知，有用功在总功中占的比例越大，机械效率越高。本题中，针对滑轮组问题展开了讨论，因此就要从影响滑轮组机械效率的因素：(1)重物的物重；(2)动滑轮的重力；(3)滑轮组中的摩擦等方面入手分析，才能得到正确的答案。

例题9

如图15-2-5所示是某养鱼专业户设置在鱼池中央的增氧机，它是由三个浮球和连杆把电动潜水泵固定在一起构成的，整个设备总质量300 kg，潜水泵额定电功率3 kW。增氧机不工作时，

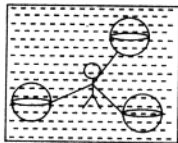


图15-2-5

浮球有一半露出水面。增氧机工作时，潜水泵抽水，每5 min可将 1.44×10^4 kg水送到5 m高的空中让其自由下落，从而达到增氧的目的。(g取10 N/kg)

(1)连杆和水泵的体积不计，每个浮球的体积是多少？

(2)增氧机正常工作时，其效率为多少？

(3)增氧机工作时，试分析浮球露出水面的体积有何变化？(不计算，只作答)



指点迷津

由题意知：增氧机不工作时浮球漂浮，由漂浮条件 $F_{浮}=G$ ，适当展开公式即可求解V；第(2)问利用 $\eta = \frac{W_{有}}{W_{总}}$ 逐项找出 $W_{有}=Gh=mgh$ ，总功 $W_{总}=Pt$ ($P = \frac{W}{t}$)。

【解】 (1) $m=300$ kg。

增氧机不工作时，它漂浮在水面上，有 $F_{浮}=G$ 。设每个浮球的体积为V，则有

$$F_{浮} = \rho V_{排} g = \frac{3}{2} \rho V g,$$

$$G = mg, \text{ 所以 } \frac{3}{2} \rho V g = mg, \text{ 所以 } V = \frac{2}{3} m / \rho \\ = \frac{2}{3} \times 300 \text{ kg} / (1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) = 0.2 \text{ m}^3.$$

(2) $P=3\ 000$ W, $t=5$ min=300 s,

$$m_{水} = 1.44 \times 10^4 \text{ kg},$$

$$h=5 \text{ m},$$

$$\text{有用功 } W_{有} = mgh$$

$$= 1.44 \times 10^4 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} \times 5 \text{ m} = 7.2 \times 10^5 \text{ J},$$

$$\text{总功 } W_{总} = Pt = 3\ 000 \text{ W} \times 300 \text{ s} = 9 \times 10^5 \text{ J},$$

$$\text{效率 } \eta = W_{有} / W_{总} = 7.2 \times 10^5 \text{ J} / (9 \times 10^5 \text{ J}) \\ = 80\%.$$

(3)增氧机工作时，对喷出水有向上的作用力。由于力的作用是相互的。故水对增氧机有向下的作用力。浮球要下沉一些，露出水面的体积要减小。



解题诀窍

本题综合性、实践性较强，要求同学们在打牢基础的前提下，灵活运用浮力、机械效率、力的分析等知识。

一、选择题

1. 若不计绳重和摩擦，分别用定滑轮、动滑轮、滑轮组把同一物体匀速提升到同一高度，其中机械效率最高的是 ()

- A. 定滑轮
- B. 动滑轮
- C. 滑轮组
- D. 无法确定

2. 滑轮组的机械效率是 80%，利用它可以用 100 N 的力匀速提起重 400 N 的物体，则此时承担重物和动滑轮总重的绳子段数是 ()

- A. 3 段
- B. 4 段
- C. 5 段
- D. 6 段

3. 利用机械效率不同的三种机械，分别把同一物体提高相同的高度，若 $\eta_1 < \eta_2 < \eta_3$ ，则下列关系正确的是 ()

- A. $W_{总1} < W_{总2} < W_{总3}$
- B. $W_{总1} = W_{总2} = W_{总3}$
- C. $W_{总1} > W_{总2} > W_{总3}$
- D. 无法判断

4. 分别用杠杆、动滑轮和滑轮组将同一物体举升相同高度，做的有用功 ()

- A. 杠杆最多
- B. 动滑轮最多
- C. 滑轮组最多
- D. 一样多

5. 图 15-2-6 是工人师傅提升重物的示意图，两滑轮质量相同，若把同一货物匀速提升相同的高度（不计摩擦），则 ()

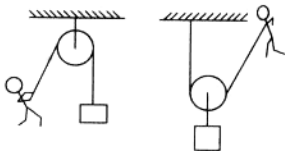


图 15-2-6

- A. 使用定滑轮比动滑轮省力，且机械效率高
- B. 使用定滑轮比动滑轮费力，但机械效率高
- C. 使用定滑轮比动滑轮省力，但机械效率低
- D. 使用定滑轮比动滑轮费力，且机械效率低

6. 测某机器的机械效率时，如下记录的结果中，肯定错误的是 ()

- A. 70%
- B. 120%
- C. 50%
- D. 85%

7. 甲、乙两滑轮组的机械效率分别为 80% 和 60%，要使它们都做相同的有用功，则甲与乙的总功之比为 ()

- A. 1 : 1
- B. 4 : 3
- C. 3 : 4
- D. 无法确定

8. 一滑轮组，不计绳子与滑轮间及所有滑轮的轮轴之间的摩擦，用它提升一重为 G 的货物时，其机械效率是 80%，若用此滑轮组来提升一重为 $2G$ 的货物时，其机械效率 ()

- A. 大于 80%
- B. 等于 80%
- C. 小于 80%
- D. 无法确定

9. 在图 15-2-7 所示的滑轮组装置中，所挂重物的重力 $G = 50\text{ N}$ ，当施加在绳子自由端的拉力 $F = 30\text{ N}$ 时，重物恰好匀速上升，绳重及一切摩擦均可忽略不计。由此可知 ()

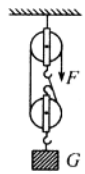


图 15-2-7

- A. 该装置的机械效率为 60%
- B. 该装置的机械效率为 55.6%
- C. 该装置中动滑轮重为 5 N
- D. 该装置中动滑轮重为 10 N

10. 如图 15-2-8 所示，用两个滑轮分别匀速提升 A、B 两个物体，拉细绳的力 F 大小相等，物体上升的距离也相等，摩擦不计，滑轮的质量小于物体的质量。甲的有用功为 $W_{甲}$ ，机械效率为 $\eta_{甲}$ ；乙的有用功为 $W_{乙}$ ，机械效率为 $\eta_{乙}$ 。比较甲、乙两个装置可知 ()

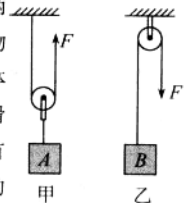


图 15-2-8

- A. $W_{甲} < 2W_{乙}$, $\eta_{甲} < \eta_{乙}$
- B. $W_{甲} < 2W_{乙}$, $\eta_{甲} = \eta_{乙}$
- C. $W_{甲} = 2W_{乙}$, $\eta_{甲} = \eta_{乙}$
- D. $W_{甲} = 2W_{乙}$, $\eta_{甲} < \eta_{乙}$

二、填空题

11. 如图 15-2-9 所示，小穆同学在测滑轮组的机械效率的实验中，匀速拉起重为 6 N 的物体，物体升高了 0.2 m，弹簧测力计示数为 _____ N，则有用功是 _____ J，机械效率为 _____。

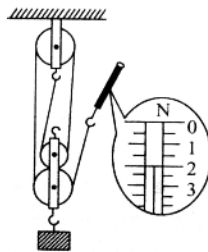


图 15-2-9

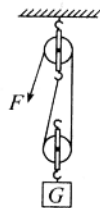


图 15-2-10

12. (2008·贵阳)用如图 15-2-10 所示的滑轮组将一个重 8 N 的物体匀速提高 2 m，所用的拉力 F 为 5 N，则此过程中拉力所做的有用功是 _____ J，该滑轮组的机械效率是 _____ %。