



GAOZHONG XINKEBIAO DAOXUE DAOLIAN

主编 李志豪

必修2 · 人教版

物理

高一 下



高中新课标

导学导练

浙江教育出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

高中新课标导学导练·物理·高一·下 /《高中新课标导学导练》编委会编. —杭州:浙江教育出版社, 2007

配人教版

ISBN 978-7-5338-6924-3

I. 高... II. 高... III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024968 号

---

主 编 李志豪

编 写 吴磊峰 赵海勇 杨科军 骆少华

---

**高中新课标导学导练·物理 高一下**

责任编辑 郑德文

装帧设计 曾国兴

责任校对 卢 宁

责任印务 吴梦青

---

- 出版发行 浙江教育出版社  
(杭州市天目山路 40 号 邮编:310013)
  - 图文制作 杭州富春电子印务有限公司
  - 印 刷 富阳美术印刷有限公司
  - 开 本 787×1092 1/16
  - 印 张 9
  - 字 数 208 000
  - 版 次 2007 年 2 月第 1 版
  - 印 次 2007 年 2 月第 1 次印刷
  - 印 数 0 001—8 000
  - 标准书号 ISBN 978-7-5338-6924-3
  - 定 价 10.50 元
- 

联系电话:0571-85170300-80928

e-mail:zjyy@zjcb.com

网址:www.zjeph.com

编 写  
说 明

Foreword

2006年秋季,普通高中课程标准实验教科书开始在浙江省全面推广使用。为了贯彻落实教育部《普通高中课程方案(实验)》和省教育厅《浙江省普通高中新课程实验第一阶段工作方案》等文件精神,配合教学需要,我们邀请省内部分资深教研员和具有丰富教学经验的一线教师共同编写了这套“高中新课标导学导练”丛书,包括语文、英语、数学、思想政治、历史、地理、物理、化学、生物等九门主要学科。

本丛书依据普通高中各学科课程标准,按学期教学要求分册编写,与相应学科教科书完全同步。本册《高中新课标导学导练·物理(高一下)》(必修2·人教版)按章节内容编排,设置“学习目标概述”、“知识要点分析”、“重点难点精讲”、“巩固提高训练”等栏目,每章后设整合与测试,并配置期中测试卷、期末测试卷和综合测试卷。为了方便自学,书后附全书习题的标准答案及难题解答提示。

本丛书编排、设计新颖,集知识性、趣味性于一体,注重培养学生的思维能力和创新能力,有助于学生巩固知识、开发智力,提高学习效率和学习能力。

本丛书的编写,得到了宁波市教育局教研室、嘉兴市教育局教研室、台州市教育局教研室、丽水市教育局教研室、杭州市萧山区教育局教研室、富阳市教育局教研室、上虞市教育局教研室等单位领导和学科教研员的大力支持,同时也得到了杭州学军中学、嘉兴一中、宁波效实中学、湖州中学、丽水中学、丽水学院附中、桐乡高级中学、桐乡茅盾中学、海宁高级中学、温岭中学、衢州一中、衢州二中、衢州三中、温州中学、绍兴鲁迅中学、青田中学、台州一中等名校名师的鼎力相助,在此表示衷心的感谢。

丛书编委会

2007年2月



## Contents

<b>第五章</b>	<b>机械能及其守恒定律</b>	<b>1</b>
第 1 节	追寻守恒量 .....	1
第 2 节	功 .....	3
第 3 节	功率 .....	8
第 4 节	重力势能 .....	13
第 5 节	探究弹性势能的表达式 .....	17
第 6 节	探究功与物体速度变化的关系 .....	20
第 7 节	动能和动能定理 .....	24
第 8 节	机械能守恒定律 .....	28
第 9 节	实验:验证机械能守恒定律 .....	34
第 10 节	能量守恒定律与能源 .....	38
	第五章整合与测试 .....	42
<b>第六章</b>	<b>曲线运动</b>	<b>49</b>
第 1 节	曲线运动 .....	49
第 2 节	运动的合成与分解 .....	53
第 3 节	探究平抛运动的规律 .....	58
第 4 节	抛体运动的规律 .....	62
第 5 节	圆周运动 .....	67
第 6 节	向心加速度 .....	71
第 7 节	向心力 .....	73
第 8 节	生活中的圆周运动 .....	78
	第六章整合与测试 .....	85

**第七章 万有引力与航天** 93

---

第 1 节 行星的运动 ..... 93

第 2 节 太阳与行星间的引力 ..... 95

第 3 节 万有引力定律 ..... 98

第 4 节 万有引力理论的成就 ..... 102

第 5 节 宇宙航行 ..... 105

第 6 节 经典力学的局限性 ..... 110

第七章整合与测试 ..... 113

**期中测试卷** 120

---

**期末测试卷** 125

---

**综合测试卷** 130

---

**参考答案** 136

---

## 第五章

## 机械能及其守恒定律

## 第1节 追寻守恒量

## ►学习目标概述

1. 知道守恒是自然界的重要规律,体会寻找守恒量是科学研究的重要思路。
2. 知道动能和势能的概念,能分析生活中涉及动能和势能相互转化的简单问题。
3. 初步领会能量转化过程中总量保持不变的思想。

## ►知识要点分析

## 1. 动能

物体由于运动而具有的能量叫做动能。

## 2. 势能

相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势能。

## 3. 动能和势能的相互转化及守恒

在生活中,有许多动能和势能相互转化的例子。当符合一定条件时,动能和势能可以相互转化,但总量保持不变。

## 4. 守恒与追寻守恒量

守恒是自然界的重要规律,守恒思想是科学研究中的一种重要思想。追寻守恒量更是科学研究中的一种重要思路。

## ►重点难点精讲

## 1. 势能

相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫做势能。地面上的物体和地球间有相互作用,故被举高的物体具有势能,这种势能我们称为重力势能;发生弹性形变的物体的各个部分间也有相互作用,故发生弹性形变的物体也具有势能,这种势能我们称为弹性势能。

**例1** 在下列横线上填“动能”或“势能”:

- (1) 在空中静止不动的气球具有\_\_\_\_\_;
- (2) 已被拉伸但还能恢复原长的弹簧具有\_\_\_\_\_;
- (3) 正在水平公路上行驶的汽车具有\_\_\_\_\_;
- (4) 正在沿水平方向飞行的飞机具有\_\_\_\_\_。

**分析与解** (1) 在空中静止不动的气球具有势能;(2) 已被拉伸但还能恢复原长的弹簧具有势能;(3) 正在水平公路上行驶的汽车具有动能;(4) 正在沿水平方向飞行的飞机具有动能和势能。

## 2. 动能和势能的转化

不同形式的能量之间是可以相互转化的。在生活中,动能和势能的相互转化是一种常见的情形。

**例 2** 说明下列物体在运动过程中动能和势能的转化情况:

- (1) 竖直上抛的石头;
- (2) 沿着斜坡加速向下滚动的高尔夫球。

**分析与解** (1) 竖直上抛的石头向上运动时动能逐渐转化为势能,当它从空中下落时势能又转化为动能。(2) 高尔夫球在沿着斜坡向下滚动时势能逐渐转化为动能。

## 3. 体会能量转化、变中有恒的思想

守恒是自然界的一个重要规律,守恒思想在东西方都有着悠久的渊源。

“守恒”思想最先是物质不灭、运动永恒开始萌芽的。中国战国时代的一个重要学派——墨家所著的《墨经》中已经含有朴素的物质不灭和运动永恒等思想。《墨经》中指出:本来没有的就不会有;已经有的也不可能消灭。并且指出,具体事物可以有增减变化,但物质的总量却不会增加或减少,还与过去一样多。

西方一些古代的哲学家,也很早就形成了物质不灭、运动永恒等守恒思想。如古希腊原子论学说的创始人留基伯和他的学生德谟克利特都认为,宇宙万物都由原子组成,它们既不能创生,也不能消灭。

## ► 巩固提高训练

### 【巩固篇】

1. 在下列横线上填“动能”或“势能”:
  - (1) 正在水平跑道上冲刺的运动员具有\_\_\_\_\_;
  - (2) 屋顶上的瓦片具有\_\_\_\_\_;
  - (3) 正在空中下落的雨滴具有\_\_\_\_\_;
  - (4) 在平直轨道上行驶的列车具有\_\_\_\_\_。
2. 在建造水电站时总要修筑很高的电站大坝,以尽可能升高上游水位,其目的除增加蓄水量外,主要是增加上游水的\_\_\_\_\_能,使水冲击水轮机时具有更大的\_\_\_\_\_能。
3. 如图 5-1 所示是幼儿园中形状各异的滑梯。小孩往往喜欢在滑梯上爬上滑下,玩得不亦乐乎。小孩从滑梯上滑下这一过程中不同形式的机械能之间是如何转化的? 转化过程中能的总量是否保持不变?

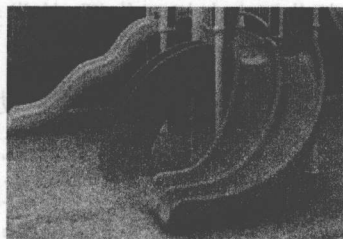


图 5-1

4. 如图 5-2 是物理实验室中的滚摆。用手捻转滚摆的轴,使滚摆上升,悬线同时缠绕在轴的两头。待滚摆升到最上端时放手,滚摆便在重力作用下一边旋转一边下降,随着悬线的不断伸开,摆的转动越来越快。当滚摆降到最低位置时,由于惯性会继续转动,同时细绳重新缠绕在轴的两头,摆再次上升,但转动越来越慢。试分析滚摆上升和下降过程中不同形式的机械能之间是如何转化的。

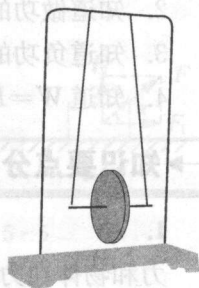


图 5-2

**【提高篇】**

5. 在理想斜面实验中,伽利略发现了具有启发性的事实:如图 5-3 所示,无论斜面 B 比斜面 A 陡些或缓些,小球最后总会在斜面上的某点停下来,这点距斜面底端的竖直高度与它出发时的高度相同。这一事实说明,在小球运动过程中“有某一量是守恒的”,这个量叫做\_\_\_\_\_。

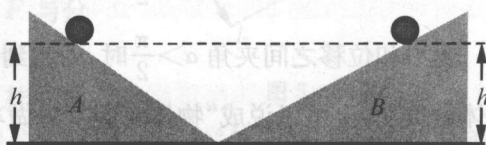


图 5-3

在小球的运动过程中:当在斜面 A 上向下滚时,小球高度下降,但运动速度不断增大;当在斜面 B 上向上滚时,小球高度增加,但运动速度不断减小。因此我们可以认为小球具有两种形式的能量,一种与小球所处的高度有关,凭借小球位置而具有的能量,叫\_\_\_\_\_;另一种因小球运动而具有的能量,与小球的运动速度有关,叫\_\_\_\_\_。在小球的运动过程中,这两种形式的能量相互转化,但总和保持不变。

6. 能是一个比较抽象的概念,它比物质的概念要难理解得多。正是由于这个原因,在牛顿力学诞生后 100 多年的时间里,能的概念一直没有清楚地建立起来,就连一些著名的学者也总是把能和力混为一谈。

著名的德国数学家莱布尼兹相信有某种与运动有关的量是守恒的,他称之为“力”。对竖直上抛运动,他是这样认为的,随着物体上升高度的增加,“活力”逐渐减小,上升到最高点,“活力”变为零。莱布尼兹认为,“活力”并没有在上升过程中损失掉,而是以某种形式贮存起来了。他把这种与静止状态相联系的贮存起来的“力”,称之为“死力”。现在看来,莱布尼兹所说的“活力”,其实质是\_\_\_\_\_能;他所说的“死力”,其实质是\_\_\_\_\_能。

## 第 2 节 功

**学习目标概述**

1. 初步认识做功与能量变化的关系。



2. 知道做功的两个要素,理解功的概念,知道功是标量。
3. 知道负功的两种等价说法,初步理解正功、负功的物理意义。
4. 知道  $W = Fl\cos\alpha$  的适用范围,会根据公式计算多个力的总功。

### ► 知识要点分析

#### 1. 功

力和物体在力的方向上发生的位移,是做功的两个不可缺少的因素。力对物体所做的功,等于力的大小、位移的大小、力与位移夹角的余弦这三者的乘积,即  $W = Fl\cos\alpha$ 。功是标量。在国际单位制中,功的单位是焦。

#### 2. 正功和负功

当力和位移之间夹角  $\alpha < \frac{\pi}{2}$  时,力起到了动力的作用,此时力对物体做正功。

当力和位移之间夹角  $\alpha > \frac{\pi}{2}$  时,力起到了阻力的作用,此时力对物体做负功。某力对物体做负功,也可以说成“物体克服某力做功”。

#### 3. 总功

当物体在几个力的共同作用下发生一段位移时,这几个力对物体所做的总功,等于各个力分别对物体所做功的代数和。几个力对物体所做的总功,也等于这几个力的合力对物体所做的功。

### ► 重点难点精讲

#### 1. 做功与能量变化

力对物体所做的功,等于力的大小、位移的大小、力与位移夹角的余弦三者的乘积。关于机械功的这一定义,其实并没有反映出做功的物理本质。我们知道,如果物体在力的作用下能量发生了变化,那么这个力一定对物体做了功。可见功和能是两个密切联系的物理量,人们正是在认识能量概念的过程中,才建立了功的概念。通过力对物体所做的功,可以量度物体能量的变化,这才是建立功这个概念的初衷。

**例 1** 如图 5-4,举重运动员成功地把沉重的杠铃从地面举过头顶。在运动员举起杠铃的过程中,什么力对杠铃做功? 杠铃的能量怎样变化?

**分析与解** 杠铃受重力和运动员对杠铃的支持力作用。在运动员举起杠铃的过程中,运动员对杠铃的支持力克服重力做功,杠铃的势能增加。



图 5-4

**小结** 能量的变化跟力对物体做的功密切相关,做功的过程总是伴随着能量转化的过程。力对物体做了多少功,就有多少能量发生了转化。功是能量转化的量度。

#### 2. 功的定义式

力和力的方向上发生的位移,是做功的两个必不可少的因素。我们在初中已经学过,当力的方向与物体运动的方向相同时,力对物体做的功可用公式  $W = Fl$  计算。但在很多情况下,力的方向与物体运动的方向并不相同,而是成某一角度。在这种情况下,我们可

以按照两种不同的理解计算功：

第一种理解,如图 5-5 所示,可以把力  $F$  分解为两个分力。分力  $F_1$  跟位移方向一致,分力  $F_2$  跟位移方向垂直。若物体在力  $F$  的作用下发生的位移大小是  $l$ ,则分力  $F_1$  所做的功等于  $F_1 l$ 。因分力  $F_2$  的方向跟位移方向垂直,故物体在  $F_2$  方向上没有发生位移, $F_2$  做的功等于零。可知力  $F$  对物体所做的功  $W$  等于  $F_1 l$ ,即  $W = F_1 l = (F \cos \alpha) l = Fl \cos \alpha$ 。

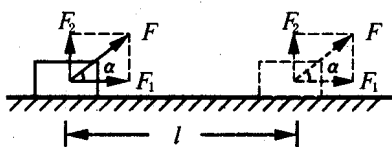


图 5-5

第二种理解,如图 5-6 所示,若物体在力  $F$  的作用下发生的位移大小是  $l$ ,可以把物体所发生的位移沿两个方向分解。分位移  $l_1$  跟  $F$  方向一致,分位移  $l_2$  跟  $F$  方向垂直。力  $F$  对物体所做的功  $W$  等于  $F$  与分位移  $l_1$  的乘积,即  $W = F l_1 = F(l \cos \alpha) = Fl \cos \alpha$ 。

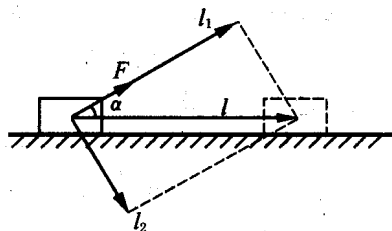


图 5-6

例 2 如图 5-7 所示,在长为  $l$  的细线下挂一质量为  $m$  的小球,用水平恒力  $F$  拉小球直到细线偏离竖直方向  $60^\circ$  角。求该过程中  $F$  所做的功和重力所做的功。

分析与解 拉力和重力都是恒力,它们对物体所做的功可应用功的定义式计算。先计算力  $F$  对物体所做的功:

本题中物体位移等于  $l$ ,若按照第一种理解,则:

$$\text{力 } F \text{ 沿位移方向的分力 } F_1 = F \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} F,$$

$$\text{力 } F \text{ 做功 } W_F = F_1 l = \frac{\sqrt{3}}{2} Fl.$$

若按照第二种理解,则:

$$\text{力 } F \text{ 方向的位移 } l_1 = l \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} l,$$

$$\text{力 } F \text{ 做功 } W_F = F l_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} Fl.$$

重力对物体所做的功,通过第二种理解分析如下:

$$\text{重力方向的位移 } l_1 = -l(1 - \cos 60^\circ) = -\frac{1}{2} l,$$

$$\text{则重力对物体所做的功 } W_G = G l_1 = -\frac{1}{2} mgl.$$

读者可自行分析通过第一种理解计算重力的功,并进行比较。

小结 功的定义式  $W = Fl \cos \alpha$  只适用于恒力所做的功。

### 3. 正功和负功的物理意义

因为力与物体位移方向的夹角不同,计算力所做的功数值是有正负的。功的正负表示“是动力做功还是阻力做功”,动力做的功数值为正,阻力做的功数值为负。

由上述分析可知,与力、速度等矢量正负的意义不同,功的正负并不表示方向。所以,

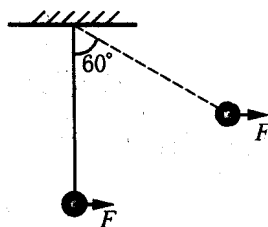


图 5-7

功是一个标量。

**例3** 用  $1 \times 10^4 \text{ N}$  的水平拉力把一辆小车沿水平路面匀速拉动了  $2 \text{ m}$ 。在这一过程中,水平拉力和物体所受的摩擦力各做了多少功?

**分析与解** 物体被匀速拉动,水平拉力  $F$  大小等于物体所受的摩擦力大小,则  $F$  所做的功  $W_F = Fl \cos 0^\circ = 1 \times 10^4 \times 2 \text{ J} = 2 \times 10^4 \text{ J}$ 。

物体所受摩擦力  $F_f$  所做的功  $W_f = F_f l \cos 180^\circ = -1 \times 10^4 \times 2 \text{ J} = -2 \times 10^4 \text{ J}$ 。

**小结** 若把物体看成一个系统,外力对物体所做功的正负还体现了能量在系统内外转移或转化的方向。本题中,力  $F$  对系统做正功,外界其他形式的能量转化成系统的机械能;摩擦力  $F_f$  对系统做负功,系统的机械能转化成其他形式的能量。

#### 4. 总功的计算

当物体在几个力的共同作用下发生一段位移时,这些力对物体所做的总功,等于各个力分别对物体所做功的代数和,也等于这几个力的合力对物体所做的功。

**例4** 如图 5-8 所示,一个质量  $m = 4.0 \text{ kg}$  的物体,由高  $h = 2.0 \text{ m}$ 、倾角  $\theta = 53^\circ$  的斜面顶端滑到底端。物体与斜面间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ ,求外力对物体所做的总功。(  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$  )

**分析与解** 以物体为研究对象,它受重力  $G$ 、摩擦力  $F_f$ 、支持力  $F_N$  作用,其受力情况如图 5-9 所示。

**解法一:** 先求出各个力所做的功,再求它们的代数和。

$F_N = mg \cos \theta$ ,  $F_f = \mu F_N = \mu mg \cos \theta$ , 物体的位移  $l = \frac{h}{\sin \theta}$ , 则由功的定义式,重力所做的功  $W_G = mgl \sin \theta = mgh = 4.0 \times 10 \times 2.0 \text{ J} = 80 \text{ J}$ ; 摩擦力所做的功  $W_f = -F_f l = -\mu mg \cos \theta \frac{h}{\sin \theta} = -0.2 \times 4.0 \times 10 \times 2.0 \times \frac{3}{4} \text{ J} = -12 \text{ J}$ ; 支持力所做的功  $W_N$  为零,故物体所受外力做的总功  $W_{\text{总}} = W_G + W_f + W_N = 68 \text{ J}$ 。

**解法二:** 先求物体所受的合外力,再求合外力所做的功。

如图 5-9 所示,物体所受合外力  $F_{\text{合}} = mgs \sin \theta - F_f = mgs \sin \theta - \mu mg \cos \theta = mg(\sin \theta - \mu \cos \theta) = 4.0 \times 10 \times (0.8 - 0.2 \times 0.6) \text{ N} = 27.2 \text{ N}$ , 物体的位移  $l = \frac{h}{\sin \theta} = \frac{2}{0.8} \text{ m} = 2.5 \text{ m}$ , 则合外力对物体做的总功  $W_{\text{总}} = F_{\text{合}} l = 27.2 \times 2.5 \text{ J} = 68 \text{ J}$ 。

**小结** 计算外力对物体所做的总功时,可根据具体情况灵活选用两种方法中的一种。

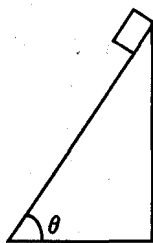


图 5-8

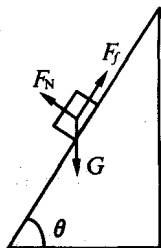


图 5-9

### ► 巩固提高训练

#### 【巩固篇】

1. 关于  $1 \text{ J}$  的功,下列说法正确的是( )

- A. 把质量为  $1 \text{ kg}$  的物体沿力  $F$  的方向移动  $1 \text{ m}$ ,力  $F$  所做的功等于  $1 \text{ J}$
- B. 把质量为  $1 \text{ kg}$  的物体竖直匀速举高  $1 \text{ m}$ ,竖直举力所做的功等于  $1 \text{ J}$

- C. 把重为  $1\text{ N}$  的物体沿水平方向移动  $1\text{ m}$ , 水平推力所做的功等于  $1\text{ J}$   
 D. 把重为  $1\text{ N}$  的物体竖直匀速举高  $1\text{ m}$ , 物体克服重力所做的功等于  $1\text{ J}$
2. 一个力对物体做了负功, 则说明( )
- A. 这个力一定阻碍物体的运动  
 B. 这个力不一定阻碍物体的运动  
 C. 这个力与物体运动方向的夹角大于或等于  $90^\circ$   
 D. 这个力与物体运动方向的夹角可能小于  $90^\circ$
3. 物体受到一个水平拉力  $F$  的作用, 在粗糙的水平桌面上做加速直线运动, 则这个水平拉力  $F$  ( )
- A. 一定做正功                          B. 一定做负功  
 C. 可能不做功                          D. 做正、负功都有可能

4. 如图 5-10 所示, 在水平推力  $F$  作用下  $A$  与  $B$  保持相对静止, 且向左沿水平面匀速移动了距离  $L$ , 设  $A$  的质量为  $m$ ,  $B$  的倾角为  $\theta$ 。那么在此过程中( )
- A. 推力  $F$  做功为  $FL\cos\theta$   
 B.  $B$  对  $A$  的支持力做功为  $mgL\cos\theta\sin\theta$   
 C.  $B$  对  $A$  的摩擦力做功为  $-mgL\cos\theta\sin\theta$   
 D. 以上都不对

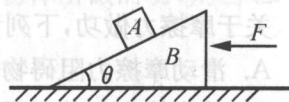


图 5-10

5. 图 5-11 是生活中皮带运输机运送货物的场景。若传送货物时, 货物和传送带间不打滑, 则传送货物过程中( )
- A. 支持力对货物做正功  
 B. 重力对货物做正功  
 C. 摩擦力对货物做正功  
 D. 货物克服重力做功

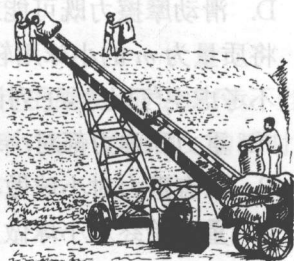


图 5-11

6. 质量为  $m$  的滑块以某一初速度沿倾角为  $\theta$  的斜面上滑  $L$  后, 停在斜面上。设滑块与斜面间的动摩擦因数为  $\mu$ , 则滑块上滑过程中, 克服摩擦力所做的功为多大? 重力做功为多大?

7. 如图 5-12 所示,质量分别为  $m$ 、 $M$  的  $A$ 、 $B$  两木块叠放在水平桌面上,  $A$  与  $B$  间的动摩擦因数为  $\mu$ , 用一水平拉力  $F$  作用于  $B$ , 使  $A$  和  $B$  保持相对静止地匀速向右运动一段位移  $s$ , 则在这一过程中水平拉力做的功为多大? 摩擦力对  $A$  做的功为多大?

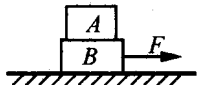


图 5-12

**【提高篇】**

8. 关于摩擦力做功, 下列说法正确的是( )
- 滑动摩擦力阻碍物体的相对运动, 所以一定做负功
  - 静摩擦力起着阻碍物体相对运动趋势的作用, 所以静摩擦力一定做负功
  - 静摩擦力可能对物体做正功
  - 滑动摩擦力既可能对物体做正功, 也可能对物体做负功

9. 将质量为  $m$  的小球用轻质细线悬挂起来, 让其摆动, 如图 5-13 所示。不考虑空气阻力, 下列说法正确的是( )

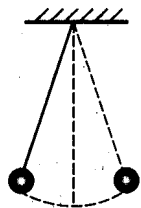


图 5-13

- 重力和弹力都对小球做功
  - 只有重力对小球做功
  - 重力始终对小球做正功
  - 弹力对小球时而做正功, 时而做负功
10. 如图 5-14 所示, 物块  $A$ 、 $B$  质量相等, 与地面间的动摩擦因数相同, 在力  $F$  作用下一起沿水平地面向右匀速运动一段距离。在此过程中( )

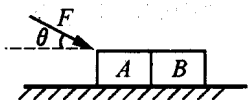


图 5-14

- 摩擦力对  $A$ 、 $B$  做功相同
- $F$  对  $A$  做的功与  $A$  对  $B$  做的功相同
- $F$  对  $A$  做的功大于  $A$  对  $B$  做的功
- $A$ 、 $B$  各自受到的合外力对它们做功相同

## 第 3 节 功率

**学习目标概述**

- 知道功率的意义, 能运用功率公式解决简单的实际问题。
- 知道额定功率的意义。

3. 根据功率的定义式和运动学公式能导出  $P=Fv$ , 并能分析汽车发动机功率一定时, 牵引力与汽车速度之间的关系。

4. 能区分平均功率与瞬时功率; 理解  $\Delta t$  很短时,  $P=\frac{\Delta W}{\Delta t}$  表示的是瞬时功率。

### ► 知识要点分析

#### 1. 功率

力对物体所做的功  $W$  与完成这些功所用时间  $t$  的比值叫做功率, 即  $P=\frac{W}{t}$ 。在国际单位制中, 功率的单位是瓦。功率和功一样, 是标量。功率是表示做功快慢的物理量。

#### 2. 平均功率与瞬时功率

在功率的定义式  $P=\frac{W}{t}$  中,  $t$  等于从计时开始到某时刻的时间间隔, 所以  $P$  表示的是时间间隔  $t$  内物体做功的平均功率。若用  $\Delta W$  表示  $\Delta t$  内力对物体所做的功, 则当  $\Delta t$  很短时,  $P=\frac{\Delta W}{\Delta t}$  表示的是瞬时功率。

#### 3. 额定功率与实际功率

动力机械的额定功率是指在正常条件下可以长时间工作的功率。实际功率是指机械实际输出的功率。

#### 4. 功率与速度

一个力对物体做功的功率, 等于这个力与受力物体运动速度的乘积, 即  $P=Fv$ 。当  $v$  是时间间隔  $t$  内的平均速度时,  $P$  表示时间间隔  $t$  内的平均功率; 当  $v$  是时刻  $t$  的瞬时速度时,  $P$  表示时刻  $t$  的瞬时功率。

### ► 重点难点精讲

#### 1. 额定功率和实际功率

从能量转化的角度看, 人、牲畜以及许多机械, 实际上都是一个能量转化器。功率越大, 能量转化得越快。任何人、牲畜和机械在一定的时间内能够转化的能量是有限的, 所以, 每一个人、每一头牲畜和每一台机械都有一个允许长时间工作的合适功率, 叫做额定功率。实际运行的功率可以小于或等于额定功率, 而不允许超过额定功率。

**例 1** 假设轮船行驶时受到的阻力跟船速成正比。如果某轮船航速比原来增大一倍后, 发动机的实际输出功率并不超过它的额定功率。问: 航速增大一倍后, 发动机的功率将增大到原来的多少倍?

**分析与解** 轮船原航速记为  $v$ , 轮船原来所受阻力记为  $F_f$ 。因为轮船行驶时受到的阻力跟船速成正比, 则  $F_f=kv$ , 则原来发动机的实际功率  $P=F_f v=kv^2$ 。当航速增大一倍后轮船所受阻力  $F'_f=k(2v)=2kv=2F_f$ , 发动机的实际功率  $P'=F'_f(2v)=4kv^2=4P$ 。所以, 当航速增大一倍后, 发动机的实际功率将增大到原来的 4 倍。

**小结** 大多数情况下机械输出的实际功率都比额定功率小。有时由于实际需要, 在短时间内可以使实际输出功率大于额定功率, 但这对机械是有害的, 所以只能工作很短时



间,而且要尽量避免。

## 2. 平均功率与瞬时功率

功率的定义式  $P = \frac{W}{t}$  及力和速度的关系式  $P = Fv$  都可以用来计算平均功率和瞬时功率。在  $P = \frac{W}{t}$  中,当  $t$  表示做功过程中的一段时间间隔时, $P$  为该段时间间隔内的平均功率;当  $\Delta t$  很短时, $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$  表示的是瞬时功率。在  $P = Fv$  中,当  $v$  是时间间隔  $t$  内的平均速度时, $P$  表示时间间隔  $t$  内的平均功率;当  $v$  是时刻  $t$  的瞬时速度时, $P$  表示时刻  $t$  的瞬时功率。

**例 2** 质量为  $1.0 \text{ kg}$  的小铁球自  $40 \text{ m}$  高的楼顶自由下落,铁球下落  $2.0 \text{ s}$  时重力的功率是多少?第  $2 \text{ s}$  内重力做功的功率是多少?铁球落地前一刹那重力的功率是多少?( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )

**分析与解** 铁球下落  $2.0 \text{ s}$  时的速度  $v_1 = gt = 10 \times 2.0 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$ 。

铁球下落  $2.0 \text{ s}$  时重力的功率为瞬时功率,则  $P_1 = Gv_1 = mgv_1 = 1.0 \times 10 \times 20 \text{ W} = 200 \text{ W}$ 。

第  $2 \text{ s}$  内物体自由下落的高度  $h = \frac{1}{2}g(t_2^2 - t_1^2) = \frac{1}{2} \times 10 \times (2^2 - 1^2) \text{ m} = 15 \text{ m}$ 。

第  $2 \text{ s}$  内重力做功的功率为平均功率,即  $P_2 = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1 \times 10 \times 15}{1} \text{ W} = 150 \text{ W}$ 。

铁球落地前一刹那的速度  $v_2 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \times 10 \times 40} \text{ m/s} = 20\sqrt{2} \text{ m/s}$ ,

铁球落地前一刹那重力的功率为瞬时功率,即

$$P_2 = Gv_2 = mgv_2 = 1.0 \times 10 \times 20\sqrt{2} \text{ W} = 200\sqrt{2} \text{ W}。$$

**小结** 在实际情况中所碰到的功率,有时指平均功率,有时指瞬时功率,所以要在审清题意、区别平均功率和瞬时功率的基础上,在功率的定义式  $P = \frac{W}{t}$  和导出公式  $P = Fv$  中选用合适的进行计算。本题中第  $2 \text{ s}$  内重力做功的功率也可运用  $P = Fv$  计算。

## 3. 汽车发动机的功率、牵引力与速度之间的关系

功率是表示力做功快慢的物理量,物体的功率实际上指的是某一个力做功的功率,如起重机的功率是指起吊重物的钢丝绳对重物的拉力的功率,汽车发动机的功率实际上是指汽车所受牵引力做功的功率。

由  $P = Fv$  可知,当汽车发动机的功率一定时,汽车速度越大,则汽车所受的牵引力越小。在  $P = Fv$  中, $F$  和  $v$  的方向必须相同。

**例 3** 一般情况下,轿车行驶时受到的阻力要比卡车小得多,但有的轿车的功率反而比卡车大,为什么?

**分析与解** 当汽车以最大速度行驶时,其所受牵引力等于汽车所受阻力,此时发动机的功率  $P = Fv = F_f v_{\max}$ 。一般情况下,轿车行驶时受到的阻力比卡车小得多,但轿车行驶时的最大速度却比卡车要大得多,所以,一些最大速度较大的轿车的额定功率会比卡车大。

**小结** 因为实际情况下汽车所受的阻力随汽车速度的增大而增大,所以,当汽车的速度增大时,汽车发动机的实际输出功率将以更大的倍数增大。

► **巩固提高训练**

**【巩固篇】**

- 关于功率,下列说法正确的是( )
  - 功率大说明机械做功多
  - 功率小说明机械做功慢
  - 由  $P = \frac{W}{t}$  可知机械做功越多,其功率越大
  - 单位时间内机械做功越多,其功率越大
- 质量为  $5 \times 10^3 \text{ kg}$  的汽车在水平路面上以  $22 \text{ m/s}$  的速度做匀速直线运动,所受到的阻力恒为  $1.0 \times 10^3 \text{ N}$ ,则汽车发动机的功率为( )
  - $22 \text{ kW}$
  - $20 \text{ kW}$
  - $11 \text{ kW}$
  - $2 \text{ kW}$
- 一个质量为  $m$  的物体沿倾角为  $\theta$  的光滑斜面由静止开始下滑。当它的高度下降了  $h$  时,重力的功率是( )
  - $mg\sqrt{2gh}$
  - $mg\sin\theta\sqrt{2gh}$
  - $mg\cos\theta\sqrt{2gh}$
  - $mg\tan\theta\sqrt{2gh}$
- 在高处的同一点将两个质量相同的小球以大小相等的初速度  $v_0$  分别竖直上抛和竖直下抛,则( )
  - 从抛出到落地的过程中,重力对它们做功相同
  - 从抛出到落地的过程中,重力对它们做功的平均功率相同
  - 两个小球落地时的速度大小相同
  - 两个小球落地时重力的瞬时功率相同
- 对公式  $P = Fv$  的理解,下列说法正确的是( )
  - $F$  一定是物体所受的合力
  - $P$  一定是合力的功率
  - 此公式中  $F$  与  $v$  必须同方向
  - 此公式中  $F$  与  $v$  可以成任意夹角
- 设飞机飞行中所受阻力与其速度的平方成正比。当飞机以速度  $v$  匀速飞行时,其发动机功率为  $P$ 。则当飞机以  $2v$  的速度匀速飞行时,其发动机功率为( )
  - $2P$
  - $4P$
  - $8P$
  - 无法确定
- 已知质量为  $m$  的物体从高处自由下落,经时间  $t$ ,重力对物体做功的平均功率为 \_\_\_\_\_,  $t$  时刻重力对物体做功的瞬时功率为 \_\_\_\_\_。
- 起重机在  $5 \text{ s}$  内将质量为  $2 \text{ t}$  的货物由静止开始匀加速提升  $10 \text{ m}$ ,则第  $5 \text{ s}$  末此起重机的功率是多少? ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )





9. 质量为  $1\text{ kg}$  的物体从倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面上由静止开始下滑,重力在前  $3\text{ s}$  内的平均功率为多少?重力在第  $3\text{ s}$  末的瞬时功率为多少?重力在第  $3\text{ s}$  内的平均功率为多少? ( $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ )
10. 质量为  $2\text{ t}$  的汽车行驶在水平公路上,发动机功率为  $30\text{ kW}$ 。当汽车速度为  $10\text{ m/s}$  时所受阻为  $2\text{ 000 N}$ ,则此时汽车的加速度为多大?

**【提高篇】**

11. 在倾角的正弦值为  $0.1$  的斜坡上,一辆汽车以恒定的功率行驶,汽车所受的摩擦阻力等于车重的  $0.2$ 。若汽车匀速上坡时的速率为  $v$ ,则它匀速下坡时的速率为( )  
A.  $v$                       B.  $3v$                       C.  $\sqrt{3}v$                       D. 与  $v$  无关
12. 自动扶梯将某人从楼下送到楼上。第一次人站在扶梯上不动;第二次在扶梯运动的同时人匀速向上走。则两次过程中,自动扶梯所做的功  $W_1$  与  $W_2$  的大小关系为  $W_1$  \_\_\_\_\_ (填“ $>$ ”、“ $<$ ”或“ $=$ ”,下同) $W_2$ ,自动扶梯的功率  $P_1$  和  $P_2$  的大小关系为  $P_1$  \_\_\_\_\_  $P_2$ 。
13. 质量为  $m$  的汽车行驶在平直的公路上,假设汽车所受阻力不变。已知汽车的加速度为  $a$ 、速度为  $v$  时发动机的功率是  $P_1$ ,则当功率是  $P_2$  时,汽车稳定行驶的速度为( )  
A.  $\frac{P_2 v}{P_1}$                       B.  $\frac{P_2 v}{P_1 - mav}$                       C.  $\frac{P_1 v}{P_2}$                       D.  $\frac{P_1 v}{P_2 - mav}$