

Mc  
Graw  
Hill Education

# Physics: Principles and Problems

# 物理：原理与问题

(第三册)

● [美] 保罗·齐策维茨 著  
● 仲新元 译

上海科学技术出版社



世纪集团

# Physics: Principles and Problems



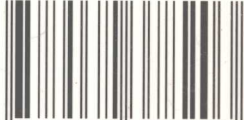
◎ 责任编辑 卢晶晶  
◎ 封面设计 赵峻



[www.ewen.cc](http://www.ewen.cc) [www.sstp.cn](http://www.sstp.cn)

<http://www.mheducation.com>

ISBN 7-5323-7820-9



9 787532 378203 >

定价：26.00元

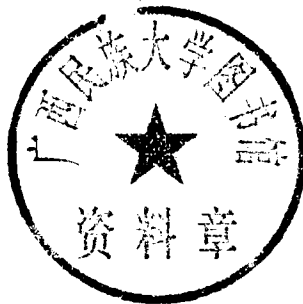
# PHYSICS: PRINCIPLES AND PROBLEMS

# 物理: 原理与问题

G 634.7

11/3

(第三册)



[美] 保罗·齐策维茨 著  
仲新元 译

Z  
ZW



②

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书是美国中学教材《Physics: principle and problem》的第三册,具体的内容包括:电、电路、磁场、电磁感应、量子理论、原子、固体电子学、原子核、核能的应用等章节。每章设有学习目标、例题讲解、课后习题和物理实验室等板块。为了扩展学生的知识领域,激发学生学习物理的兴趣,还开辟了“袖珍实验室”“物理学与社会”“物理学与技术”“小资料”“解题策略”“连接”等小栏目,以备教师选讲及学生选读。这些栏目内容丰富,集知识与趣味于一体,是本书的一大特点。

本书宜作为中学物理的辅助教材,是一本中学物理教师教学或学生自学的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

物理. 第3册: 原理与问题/(美)保罗·齐策维茨著;  
仲新元译. —上海: 上海科学技术出版社, 2005.4  
ISBN 7-5323-7820-9

I. 物... II. ①保...②仲... III. 物理课—中学—  
教材 IV. G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 128753 号

责任编辑 卢晶晶

世纪出版集团 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

新华书店上海发行所经销 常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 354 000

2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷

ISBN 7-5323-7820-9/G·1711

定价: 26.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,  
请向承印厂联系调换

PHYSICS: PRINCIPLES AND PROBLEMS

物理：  
原理与问题

(第三册)

[美] 保罗·齐策维茨 著  
仲新元 译

上海科学技术出版社

# 译者序

一个偶然的机会有幸得到了一本最新版的《物理：原理与问题》。阅读伊始，就被它简洁的文字、精美的插图、高质量的印刷所吸引，产生了要把它介绍给国内同仁的冲动。因深知水平有限，几经鼓劲，多次提笔、搁笔。两易寒暑，终于撮成付梓。

《物理：原理与问题》是美国麦格劳-希尔公司出版的高水平 9~12 年级（高中）物理教材，作者是美国密执安-迪尔伯恩大学的著名物理学教授保罗·齐策维茨博士。教材一经面世，即风行于世界，为很多国家选作教材或教学参考书，后经多次修订，至今仍长盛不衰。本次译文的版本为 1996 年美国《国家科学课程标准》颁布之后，作者结合科学课程标准编写的修订本。这次修订的主要目的是力图在教材中体现国家科学课程标准的精髓，即科学的本质、作为探究对象的物理学、科学与技术、从个人和社会视角所见的科学。

为此，《物理：原理与问题》教材设计了“物理实验室”“自己设计的实验”“袖珍实验室”“物理学与技术”“物理学与社会”“与社会、文化、其他学科相连”“小资料”“它是如何工作的”等多个各具特色的系列内容，给出了配套网站以扩大学生的知识面，这些均体现了美国国家科学课程标准中 9~12 年级教学内容的精髓。

本书中习题较多。各节末有复习题，各章末的“复习”中有更多的习题，习题分层、分类。“批判性思考”题和“更进一步”题更是有助于培养学生自主、合作、探索性地解决物理问题的能力。

笔者认为，这部教材有如下特点：

(1) 用各类实验突出了科学探究；(2) 用具体事例强调了物理与技术、物理与社会的关系；(3) 加强了包

含文理各学科间的联系渗透；(4) 在很大程度上反映出了科学的人文性。

《物理：原理与问题》在内容的编排上构思巧妙、综合性强、难度较大，有许多值得我们借鉴的地方。

当前，正值我国依据国家新课程标准编写的高中物理教材陆续问世之际，如这本译作能为我国的高中物理教学提供一些启示，将是我最大的欣慰。

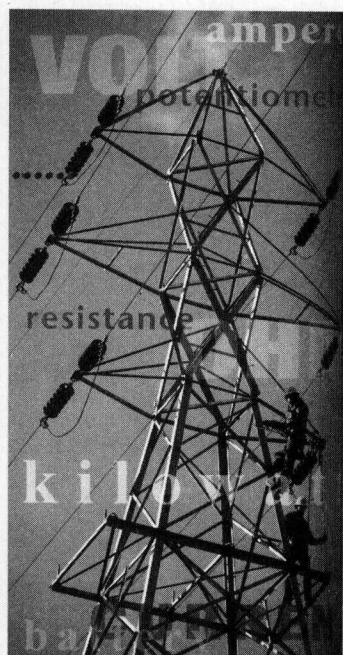
在本书的翻译、审校过程中，仲志昆、孟强、吴小凡、邱益民、范安生、徐善辉等老师拨冗对本书进行了认真的审校，指出了一些译文的不当或原书中存在的错误之处，并提出了改进意见；上海科学技术出版社的编辑们认真负责的工作和巧妙的编排，也为本书增色不少。在此，对他们的工作谨表谢意。

由于译者的水平有限，不当和错误之处在所难免，敬请广大同仁不吝指教。

仲新元

2004年7月于徐州

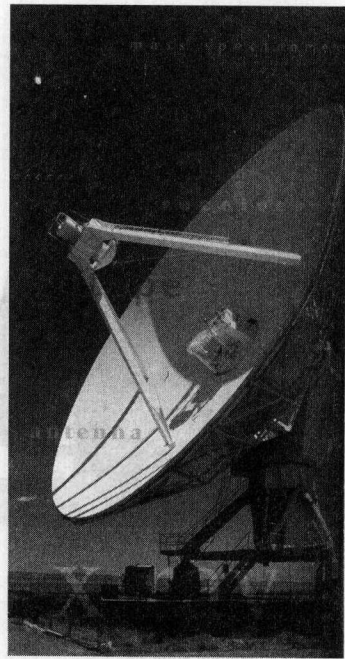
# 目 录



第 22 章 流动的电	9
22.1 电流和电路	9
22.2 使用电能	20
第 23 章 串联和并联电路	33
23.1 简单电路	33
23.2 电路的应用	42
第 24 章 磁场	57
24.1 永久性和暂时性磁铁	57
24.2 磁场产生的力	67
第 25 章 电磁感应	83
25.1 变化磁场产生电流	83
25.2 变化磁场感应电动势	91
第 26 章 电磁现象	105
26.1 电场、磁场和物质间的相互作用	105
26.2 空间电场和磁场	114
第 27 章 量子理论	127
27.1 波的粒子性	127
27.2 粒子的波动性	137
第 28 章 原子	147
28.1 原子的玻尔模型	147
28.2 原子的量子模型	159



<b>第 29 章 固体电子学</b> .....	171
29.1 固体中的导电 .....	171
29.2 电子器件 .....	179
<b>第 30 章 原子核</b> .....	193
30.1 放射性 .....	193
30.2 物质的基石 .....	202
<b>第 31 章 原子核的应用</b> .....	219
31.1 将原子核结合到一起 .....	219
31.2 利用核能 .....	223
<b>附录</b> .....	236
附录 1 练习答案 .....	236
附录 2 应用公式 .....	237
附录 3 常用符号及数据 .....	238
附录 4 安全符号 .....	241





## 物理实验室

谜盒 .....	19
自己设计的实验:电路实验 .....	45
自己设计的实验:线圈和电流 .....	64
自己设计的实验:飞起来的线圈 .....	96
模拟质谱仪 .....	113
红光能量大吗? .....	135
盲射 .....	157
车尾灯 .....	186
正面向上 .....	201
太阳能功率 .....	229

## 袖珍实验室

亮起来(22.1) .....	13
流过的电流(22.1) .....	18
用电器(22.2) .....	21
加热(22.2) .....	22
串联电阻(23.1) .....	35
并联电阻(23.1) .....	40
电流表的电阻(23.2) .....	48
磁单极?(24.1) .....	58
有趣的球(24.1) .....	60
三维磁场(24.1) .....	65
产生电流(25.1) .....	87
电动机和发电机(25.1) .....	90
减慢电动机(25.2) .....	92
变慢的磁铁(25.2) .....	94
滚下来(26.1) .....	108
抓住电磁波(26.2) .....	115
更多的无线电材料(26.2) .....	117
在黑暗中发光(27.1) .....	128
观察光(27.1) .....	131
原子核反弹(28.1) .....	153

亮线(28.2) .....	161
激光衍射(28.2) .....	161
都升上去!(29.1) .....	176
红光(29.2) .....	182
背景辐射(30.1) .....	199
循迹(30.2) .....	206
结合能(31.1) .....	220
发电厂(31.2) .....	227

## 问题解决策略

作出电路图 .....	18
混联电路 .....	45
对 $hc$ 的一种有用的单位 .....	132

## 物理学与社会

电磁场 .....	88
机器人领域的革命 .....	185

## 它是如何工作的?

电气开关 .....	50
------------	----

计算机存储盘 .....	66
条形码识读者 .....	119
烟雾探测器 .....	210

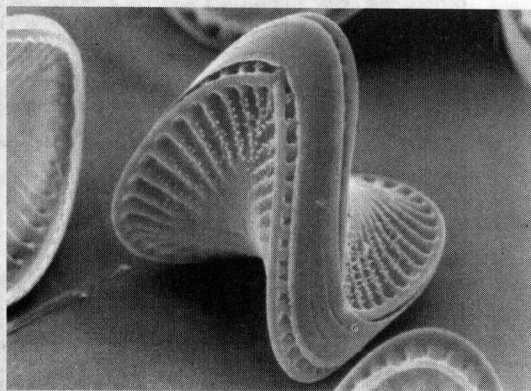
**物理学与技术**

数字系统 .....	20
说“茄子”! .....	140
都发光! .....	165
放射性示踪 .....	232



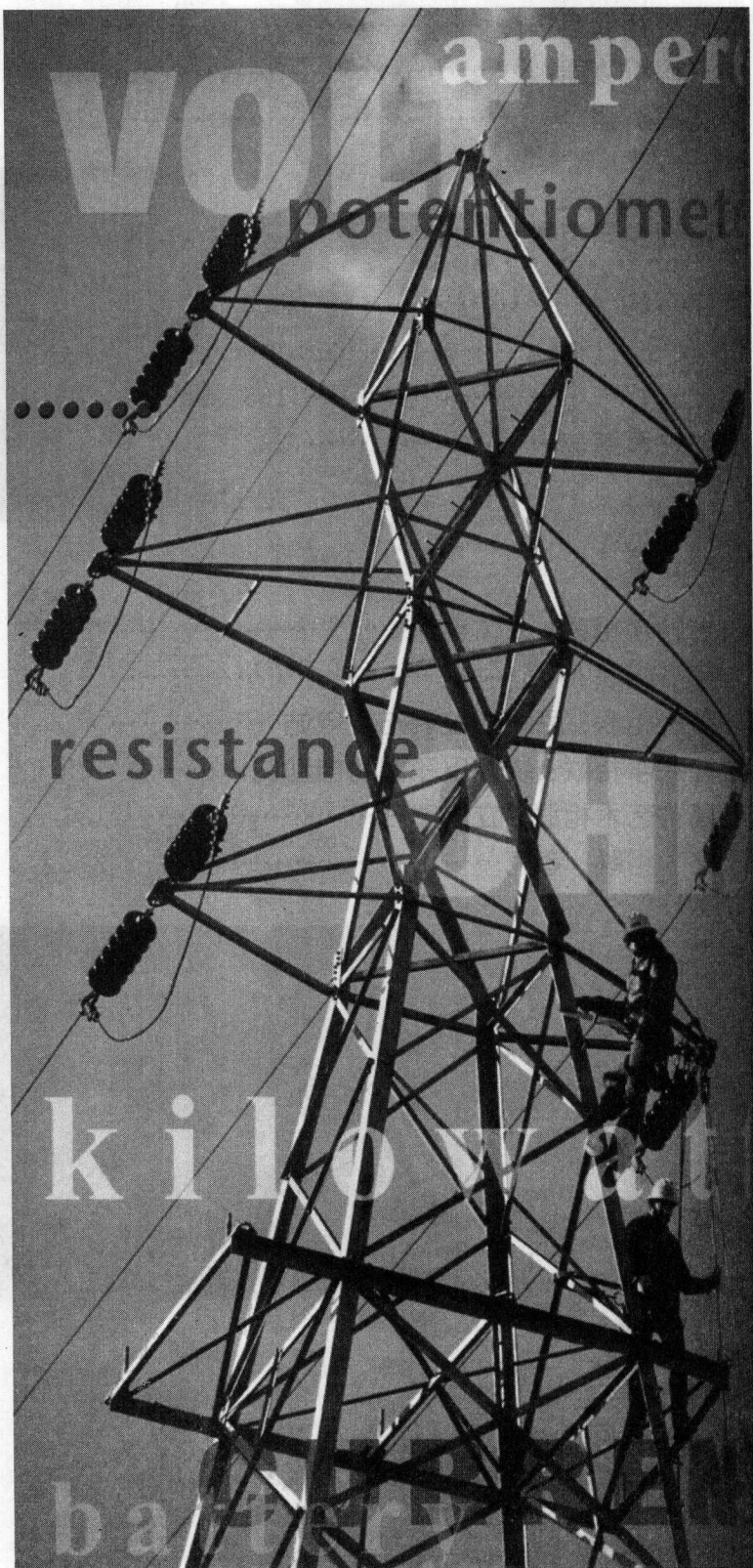
**连接**

与生物学相联：人体电流 .....	16
与经济相联：电 .....	44
与历史相联：尼亚加拉瀑布发电站 .....	85
与社会学相联：装有电子眼的自动门 .....	129
与高雅艺术相联：立体图 .....	183
与文学相联：夸克 .....	212

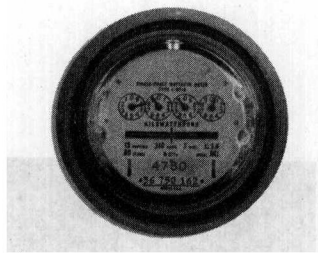


# 高是为了 更好的低

高压输电线纵横交错地穿越我们的国家. 像家里那样的低压线路好像更容易传输电能, 可我们为什么还要使用高压线路呢?



# 第22章 流动的电



你能数清在日常生活中有多少种使用电的方式吗？这些能量从何而来？我们只知道它来自于远处的发电厂。

电是如此常见，以至于你常常不把它当回事。可一旦缺了它，你就会认识到它的重要性了。电能最主要的优点是它可被转化成其他形式的能，并能有效地实现远距离传输。大量来自自然能源中的势能和动能，如尼亚加拉大瀑布等，除非它能被利用且能高效地输送出去，否则它就很难被用于100 km外的工业生产中。电能提供了一种可远距离大量输送且损耗极小的方法，这种输送通常在高电势差下进行，正如照片中所示的输电线路那样。

## 22.1 电流和电路

你已经具备了许多有关电路方面的经验，只要你打开电灯、收音机、电视机、闪光灯或汽车点火开关，你就使一个电路闭合了，电荷就在其中流动起来并传输能量。通过本章的学习你将了解电路的基本工作原理。

### 一、产生电流

在第21章中，你已学过当两个带电导体球相互接触时，电荷将从电势高的球流向电势较低的球。这种流动将一直持续到两球的电势相等时为止。

带电粒子的流动就是**电流**(electric current)。在图22-1(a)中，两个带电导体球A和B用一根线状导体C连接起来。正电荷就从具有较高电势的B球通过C流到A球上。这种正电荷的流动称为**约定电流**(conventional current)。当A、B和C上的电势相等时，流动就停止了。你如何使电流持续下去呢？你就要在A、B间保持有电势差，而这可通过将A中的电荷“抽”回B中来达到。电荷的电势能也就在此过程中增加了。但这需要额外的能量来达到，这电能可能来自于其他形式的能。一种大家都熟悉的电能源是干电池，它可将化学能转化成电能。把很多个电池连到一起使用被称为**电池组**(battery)。第二

### 你将学到什么？

- 你将能说明电路中能量是如何传输的。
- 你将会解决涉及电流、电压和电阻的问题。
- 你将会作简单电路图。
- 你将能解决涉及电能的使用和消耗的问题。

### 为什么这部分是重要的？

- 你使用的电动工具和电器都是基于电路能通过电势差传输能量并做功的。

### 因特网

链接 [www.glencoe.com/sec/science](http://www.glencoe.com/sec/science) 网站，你将能发现更多关于本书的知识。

### 学习目标

- 定义电流和安培。
- 描述电路中产生电流的条件。
- 作出电路图并认识到它是闭合的回路。
- 定义电路中的功率。
- 定义电阻并描述欧姆定律。

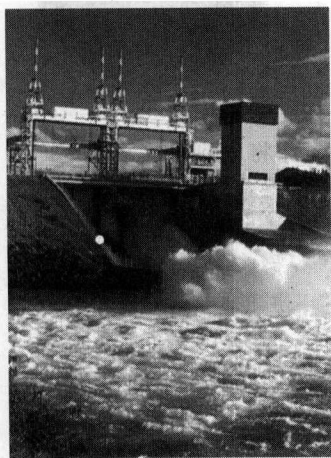
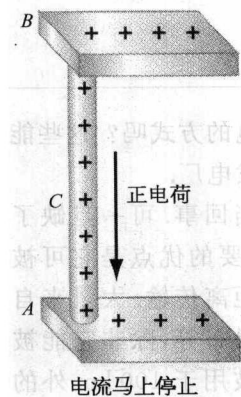
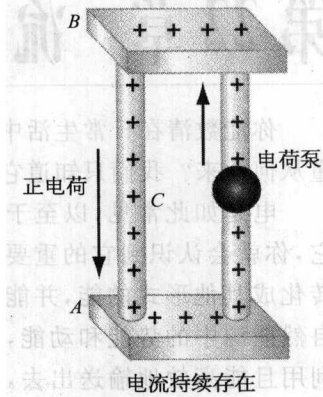


图 22-2 水流可以产生电能。



(a)



(b)

图 22-1 约定电流为从正极板流向负极板的正电荷。一台电荷泵将正电荷“抽”回正极板产生了电流。在大多数金属中，实际上是带负电的电子从负极板流向正极板的。当电子流动时，也就看起来像是正电荷从正极板流向负极板。

## 二、电路

图 22-1(b) 中的电荷是从“电荷泵”开始，经过 B、C、A，再回到泵的这样一个闭合回路中流动。这样的闭合回路称为电路 (electric circuit)。一个电路中含有一个电荷泵，它在将电荷从 A 移至 B 的过程中，增加了电荷的电势能，再由与之相连的另一个装置将电荷从 B 移到 A 的过程中减少了电势能，在此过程中，电荷损失的电势能  $qU$ ，通常转化成了其他形式的能。例如，电动机将电能转化成了动能，电灯将电能转化成了光能，电热器将电能转化成了热能。注意此处电势差用  $U$  来表示。

“电荷泵”可以使带电粒子流动起来而产生电流。考虑一台图 22-3 所示的由水轮机驱动的发电机，水下落推动水轮机转动，继而发电。于是，水的动能被发电机转化成了电能。发电机在将电荷由导线 B 移至导线 A 中的过程中，增加了 B 和 A 间的电势差。所增加的电荷电势能为  $qU$ 。这个能量来自于水的落差能。然而，没有任何发电机的效率能达到 100%，大多数发电机只能将输入发电机的 98% 的动能转化成电能，而其余的能量都转化成了热能，致使发电机的温度上升，如图 22-3(b) 所示。

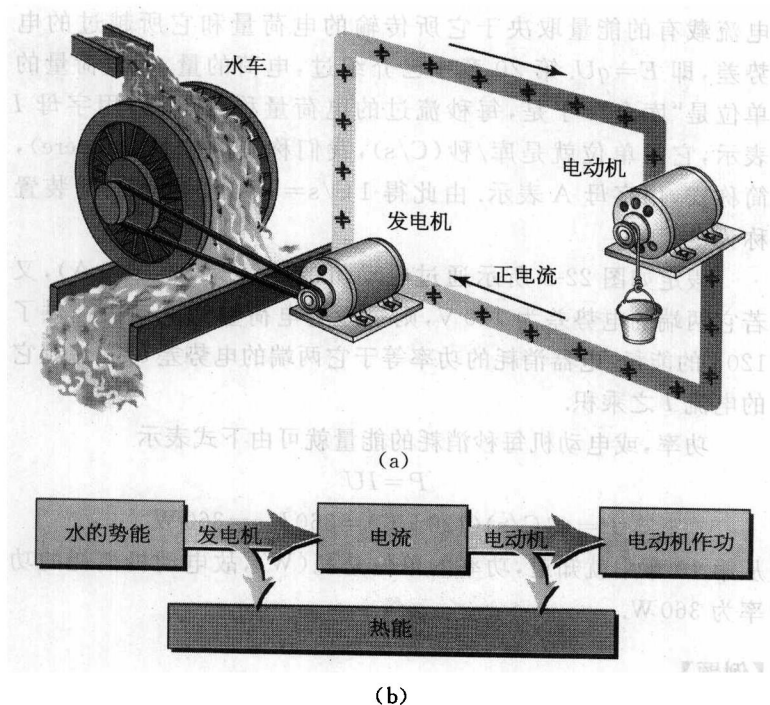


图 22-3 水的势能转化成了提起吊桶所做的功。电能的生产和使用效率达不到 100%，溅起的水、摩擦和电阻都会产生热能。

若导线和一个电动机相连，则导线中的电荷就会流入电动机中，然后经一个回路返回发电机中。电动机将电能转化成了动能。和发电机一样，电动机的转化效率也不是 100%，一般情况下电动机只能将 90% 的电能转化成动能。

电荷既不会创生也不能消亡，只可以被分割。一个电路中的总电量（负电子和正离子数之和）不会改变。若每秒有 1 C 的电量流经发电机，则每秒也就有 1 C 的电量流经电动机。因此，电量是守恒的，能量也是守恒的。电能的变化量  $E$  等于  $qU$ ，因  $q$  是守恒的，故电荷绕电路一周的电势能改变量是零。经过发电机增加的电势差，等于经过电动机减少的电势差。

若两根导线间的电势差是 120 V，那么发电机就要对每库的正电荷做 120 J 的功才能将电荷从负导线送到正导线。从电动机正导线流出的每库正电荷对电动机作 120 J 的功后，流回负导线。因此电能所起的作用就是提供了将水的落差能传输给电动机转动动能的一种方式。

### 三、电荷流速率与能量传输

功率衡量能量传输速率。若一台发电机每秒将 1 J 的动能转化成了电能，即它转化能量的能力为 1 J/s 或称为 1 W。

电流载有的能量取决于它所传输的电荷量和它所越过的电势差,即  $E=qU$ . 第 20 章中已介绍过,电荷的量,即电荷量的单位是“库仑”. 于是,每秒流过的电荷量称为电流,用字母  $I$  表示,它的单位就是库/秒(C/s),我们称其为安培(ampere),简称安,用字母 A 表示. 由此得  $1\text{ C/s}=1\text{ A}$ . 测量电流的装置称为电流表.

假定如图 22-3 所示通过电动机的电流为  $3\text{ C/s}(3\text{ A})$ ,又若它两端的电势差为  $120\text{ V}$ ,则每库仑电荷量为电动机提供了  $120\text{ J}$  的能量. 电器消耗的功率等于它两端的电势差  $U$  和流经它的电流  $I$  之乘积.

功率,或电动机每秒消耗的能量就可由下式表示

$$P=IU$$

$$P=(3\text{ C/s})(120\text{ J/C})=360\text{ J/s}=360\text{ W}$$

从第 10 章中就知道,功率的单位是瓦(W),故电动机消耗的功率为  $360\text{ W}$ .

### 【例题】

#### 电功率

一个  $6\text{ V}$  的电池向连接在它两极上的一台电动机提供  $0.5\text{ A}$  的电流(图 22-4).

- 电动机消耗的功率是多大?
- 若电动机运转  $5\text{ min}$ ,则它消耗了多少电能?

#### 作出简图

- 作出电路图,显示导线从电源正极连接到电动机,再从电动机返回到电源负极.
- 标出约定的电流方向.

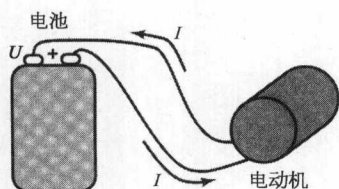


图 22-4

#### 运算过程

已知:

$$U=6\text{ V}$$

$$I=0.5\text{ A}$$

$$t=5\text{ min}$$

策略:

a. 用  $P=IU$  求出功率.

b. 从第 10 章就学过  $P=E/t$ ,故利用  $E=Pt$  来求出能量.

求:

$$P=?$$

$$E=?$$

计算:

$$\text{a. } P=IU=0.5\text{ A}\times 6\text{ V}=3\text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } E &=Pt=3\text{ W}\times 5\times 60\text{ s} \\ &=9.0\times 10^2\text{ J} \end{aligned}$$



## 检查结果

- 单位正确吗？功率的单位是瓦，能量的单位是焦。
- 大小合乎实际吗？小电池只能提供数瓦的功率。

## [练习]

1. 流经连接在 120 V 插座上的电灯泡的电流是 0.5 A，则灯泡将电能转换成光能的速率是多大(即每秒将多少电能转换成光能)？
2. 汽车用的 12 V 电池为一盏电灯提供了 2 A 的电流，则这盏灯的功率是多大？
3. 一个灯泡接到 120 V 的电源上，实际功率是 75 W，则流经它的电流是多大？
4. 通过汽车起动电动机的电流为 210 A，若电动机连接到 12 V 的电池上，则起动 10 s 时间消耗了多少电能？

## 四、电阻和欧姆定律

假定两个导体间存在电势差(或电压)，若你用一根铜棒将它们连起来，则会产生较大的电流。另一方面，若你用一根玻璃棒将它们连起来时，则几乎不会产生电流。物质的这种只限制电流通过的性质称为电阻(resistance)。导体的电阻可通过在其两端加一电势差，然后测量流过的电流来测定。电阻  $R$  被定义为电势差  $U$  和电流  $I$  之比，即

$$R = \frac{U}{I}$$

电流  $I$  的单位是安培，电势差  $U$  的单位是伏特，导体的电阻  $R$  的单位是欧姆，用字母  $\Omega$  表示。加在导体两端的电势差为 1 V，允许流过的电流是 1 A，则导体的电阻就是 1  $\Omega$ 。电阻、电流和电压间关系的一个简单电路图如图 22-5 所示。图中一个 9 V 电池被连接到 3  $\Omega$  的灯泡上，电路经由电流表连成回路，电流表的示数为 3 A。

德国科学家欧姆(G. S. Ohm)发现：对给定的导体，其两端的电势差和其中的电流之比为一常数。因此，大多数导体的电阻不随加在其两端的电势差的大小和方向变化而变化。若一个装置的电阻是恒定的，即它与加在它两端的电势差无关，则我们就说它遵从欧姆定律。

大多数金属导体遵从欧姆定律，至少在一个电压范围内是这样。然而，很多重要的装置都不遵从欧姆定律，如收音机或计算器中的晶体三极管和二极管等。甚至灯泡灯丝的电阻，也取决于电压的大小，而不遵守欧姆定律。



## 袖珍实验室

### 亮起来



用一只纽扣电池和一根 10 cm 长的导线使一个微型灯泡亮起来。作出两个能工作和两个不能工作的电路图。

分析与结论：若灯泡上的两点不与电池相连，它能发光吗？你家中的灯有两个连接点吗？推测必需有两个连接点的理由。

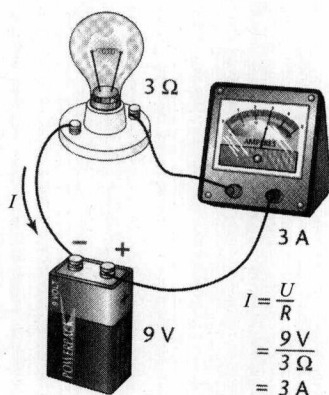


图 22-5 一个电路中的电阻为 3  $\Omega$ ，电源为 9 V 的电池，则电路中的电流就是 3 A。