

★ 中等职业教育化学工艺专业规划教材 ★

全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

电工基础

张玲 编 何迎健 主审



化学工业出版社

本教材是根据国家“十五”规划重点课题“职业技术教育与中国制造业发展研究”子课题“中国化工业制造业发展与职业技术教育”所制定的《全国中等职业教育化学工艺专业指导性教学方案》专业课程设置及教学要求中对电工基础课程的主要任务和学时要求编写的。本教材属于非电类专业的基础性教材,打破了传统教材的结构体系,根据中等职业学校的培养目标,针对企业岗位群需求,以淡化理论、必需够用为原则,以内容精炼、新颖实用为特色,对培养学生学习兴趣和在学习能力非常有利。

本教材以直流电路的基本知识、交流电路的基本知识、常用电气设备、安全用电四大课题为主线,以全电路欧姆定律、电阻的串联与并联、基尔霍夫定律、单相交流电路、三相交流电路、磁场与电磁感应、变压器、电动机、三相异步电动机的控制、安全用电基本知识、电气事故的急救处理十一个项目为基本结构,以现代工人为培养目标,以教学的有效性为出发点,以知识拓展为选修和分层,在举例时尽可能考虑用生产、生活中常见的事例,在每一个知识点里分别设有“想一想”、“议一议”、“看一看”、“做一做”等小栏目来吸引学生,使教材新颖、活泼、实用、趣味性增强。每一个项目后均有做做练练(填空、判断、选择、计算、问答),每一个课题后均有重要提示(小结),且理论与实训融为一体。

本教材可供中等职业学校非电类专业使用,既可作为电工技术课程的理论(包括实训)教材,也可作为岗位培训教材和师生教学参考书。

苏华元 李文强 李成文 杨永杰 何进建 谢玉霞 张 毅 张维嘉 陈炳和 陈瑞珍 金长义 周 健 周玉敏 周立雪 赵少贞 姚丽新 律国辉 姚成秀 贾召平 李建华 袁红兰 贾云甫 梁学钢 唐静玲 曹克广 李桂花 唐悦青 潘茂海 薛叙明

图书在版编目(CIP)数据

电工基础/张玲编. —北京:化学工业出版社, 2008.7
中等职业教育化学工艺专业规划教材
ISBN 978-7-122-03197-6

I. 电… II. 张… III. 电工学-专业学校-教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 097934 号

责任编辑:廉 静 旷英姿
责任校对:凌亚男

文字编辑:徐卿华
装帧设计:周 遥

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张8 字数171千字 2008年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:15.00元

版权所有 违者必究

中等职业教育化学工艺专业规划教材编审委员会

主 任 邬宪伟
委 员 (按姓名笔画排列)

丁志平	王小宝	王建梅	王绍良
王黎明	开俊	毛民海	乔子荣
邬宪伟	庄铭星	刘同卷	苏勇
苏华龙	李文原	李庆宝	杨永红
杨永杰	何迎建	初玉霞	张荣
张毅	张维嘉	陈炳和	陈晓峰
陈瑞珍	金长义	周健	周玉敏
周立雪	赵少贞	侯丽新	律国辉
姚成秀	贺召平	秦建华	袁红兰
贾云甫	栾学钢	唐锡龄	曹克广
程桂花	詹镜青	潘茂椿	薛叙明

序

“十五”期间我国化学工业快速发展，化工产品和产量大幅度增长，随着生产技术的不断进步，劳动效率不断提高，产品结构不断调整，劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。化工行业对操作工的需求发生了较大的变化。随着近年来高等教育的规模发展，中等职业教育生源情况也发生了较大的变化。因此，2006年中国化工教育协会组织开发了化学工艺专业新的教学标准。新标准借鉴了国内外职业教育课程开发成功经验，充分依靠全国化工中职教学指导委员会和行业协会所属企业确定教学标准的内容，注重国情、行情与地情和中职学生的认知规律。在全国各职业教育院校的努力下，经反复研究论证，于2007年8月正式出版化学工艺专业教学标准——《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》。

在此基础上，为进一步推进全国化工中等职业教育化学工艺专业的教学改革，于2007年8月正式启动教材建设工作。根据化学工艺专业的教学标准以核心加模块的形式，将煤化工、石油炼制、精细化工、基本有机化工、无机化工、化学肥料等作为选用模块的特点，确定选择其中的十九门核心和关键课程进行教材编写招标，有关职业教育院校对此表示了热情关注。

本次教材编写按照化学工艺专业教学标准，内容体现行业发展特征，结构体现任务引领特点，组织体现做学一体特色。从学生的兴趣和行业的需求出发安排知识和技能点，体现出先感性认识后理性归纳、先简单后复杂循序渐进、螺旋上升的特点，任务（项目）选题案例化、实战化和模块化，校企结合，充分利用实习、实训基地，通过唤起学生已有的经验，并发展新的经验，善于让教学最大限度地接近实际职业的经验情境或行动情境，追求最佳的教学效果。

新一轮化学工艺专业的教材编写工作得到许多行业专家、高等职业院校的领导和教育专家的指导，特别是一些教材的主审和审定专家均来自职业技术学院，在此对专业改革给予热情帮助的所有人士表示衷心的感谢！我们所做的仅仅是一些探索和创新，但还存在诸多不妥之处，有待商榷，我们期待各界专家提出宝贵意见！

邬宪伟
2008年5月

前言

本教材是根据国家“十五”规划重点课题“职业技术教育与中国制造业发展研究”子课题“中国化工制造业发展与职业技术教育”所制定的《全国中等职业教育化学工艺专业指导性教学方案》专业课程设置及教学要求中对电工基础课程的主要任务和学时要求编写的。

本教材以直流电路的基本知识、交流电路的基本知识、常用电气设备、安全用电四大课题为主线，以全电路欧姆定律、电阻的串联与并联、基尔霍夫定律、单相交流电路、三相交流电路、磁场与电磁感应、变压器、电动机、三相异步电动机的控制、安全用电基本知识、电气事故的急救处理十一个项目为基本结构，以现代工人为培养目标，以教学的有效性为出发点，以知识拓展为选修和分层，在举例时尽可能考虑用生产、生活中常见的事例，在每一个知识点里分别设有“想一想”、“议一议”、“看一看”、“做一做”等小栏目来吸引学生，使教材新颖、活泼、实用、趣味性强。通过使用本教材，能够使学生建立较强的自信心，对本专业产生浓厚的兴趣。在知识的编写中，按照学生的认知规律，循序渐进，逐步提高，出“理”入工，培养学生的兴趣，使学生尽快转变“角色”。

在教材的编写中，打破传统的章、节框架，以课题、项目、知识为主线，给人耳目一新的感觉。在编写过程中坚持了以下几个原则：一是由浅入深，由易到难；二是实用，本教材中的项目所选内容与国家职业资格鉴定的内容基本一致；三是注重思想教育和能力培养。本教材编写时充分体现以人为本的理念，寓素质教育于课本之中，特别重视学生能力的培养，如动手能力、思维能力、分析和解决问题的能力、创新能力等。

本教材由广东省石油化工职业技术学校张玲同志编写，新疆化工学校何迎健主审。

由于编写时间紧迫，也限于编者水平，教材中不足之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编者

2008年4月

课题二 交流电路的基本知识

项目一 单相交流电路

知识一 正弦交流电的基本知识

知识二 交流电路中的简单负载

知识三 家用照明电路

知识四 功率因数及提高的方法

知识拓展一 调光电路

知识拓展二 万用表

知识拓展三 两线控制灯的原理电路

目 录

课题一 直流电路的基本知识	1
项目一 全电路欧姆定律	1
知识一 电路的组成与基本物理量	1
知识二 全电路欧姆定律	4
知识三 电功和电功率	6
知识拓展一 电阻率	8
知识拓展二 电阻在化工生产中的应用	8
做做练练	9
项目二 电阻的串联与并联	11
知识一 电流表、电压表的认识与使用	11
知识二 电阻的串联与并联	13
知识拓展一 电阻串联的应用	16
知识拓展二 电阻并联的应用	17
做做练练	18
项目三 基尔霍夫定律	19
知识一 电流、电压的参考方向	19
知识二 基尔霍夫定律	20
知识拓展一 电流源与电压源的等效互换	23
知识拓展二 戴维南定理	24
做做练练	26
重要提示	27
课题二 交流电路的基本知识	28
项目一 单相交流电路	28
知识一 正弦交流电的基本知识	28
知识二 交流电路中的简单负载	32
知识三 常用照明电路	35
知识四 功率因数及提高的方法	39
知识拓展一 测电笔	41
知识拓展二 万用表	42
知识拓展三 两地控制灯的照明线路	44

知识拓展四 电路中的谐振	45
知识拓展五 护套线照明电路的安装	46
做做练练	48
项目二 三相交流电路	50
知识一 三相电源的连接	50
知识二 三相负载的连接	51
知识拓展一 钳形电流表	55
知识拓展二 单相交流电能表	56
做做练练	60
重要提示	61
课题三 常用电气设备	63
项目一 磁场与电磁感应	63
知识一 磁场	63
知识二 电磁感应	66
项目二 变压器	68
知识一 变压器的结构、工作原理及损耗	68
知识二 几种常见的变压器	72
知识拓展 变压器同名端的判断	74
做做练练	75
项目三 电动机	76
知识一 三相笼型异步电动机的结构	76
知识二 三相笼型异步电动机的工作原理	78
知识三 三相异步电动机的铭牌	79
知识拓展一 三相异步电动机的拆卸与组装	80
知识拓展二 电动机三相绕组首尾端的判别	81
知识拓展三 三相异步电动机常见故障及维修方法	83
做做练练	83
项目四 三相异步电动机的控制	84
知识一 常用低压电器	84
知识二 电工识图	91
知识三 三相异步电动机的控制线路	92
知识拓展 三相异步电动机的异地控制线路	94
做做练练	95
重要提示	96
课题四 安全用电	97
项目一 安全用电基本知识	97
知识一 触电与安全电压	97

知识二 安全用电的措施	99
知识三 安全色与安全标志	101
知识拓展一 触电事故的原因	102
知识拓展二 接地装置	103
做做练练	105
项目二 电气事故的急救处理	105
知识一 触电急救	105
知识二 电气火灾的紧急处理	108
知识拓展一 防雷常识	110
知识拓展二 电气火灾消防知识	112
做做练练	115
重要提示	115
参考文献	116

因为电源向各用电器提供了电能，电路中有电流流动的结果，那么一个电路由哪些部分组成？各部分有什么作用？电流是电路的基本物理量，除了电流外，还有哪些物理量？如何知道用电器消耗了多少电能？一个电路中如果有多个用电器，采用不同的连接方式，结果是否相同？通过以下知识的学习，这些问题就能找到答案了。

相关知识点：电路的组成与基本物理量、欧姆定律、电功和电功率

知识 1 电路的组成与基本物理量

一、简单的直流电路

按图 1-1 连接线路，合上开关后，观察电流表与电压表指针偏转情况。



二、电路的组成及各部分的作用

电路由电源、负载（灯泡）、导线和开关四部分组成（如图 1-1 组成）。

电源是电路中提供电能的装置，它能把其他形式的能量转换成电能，如发电机、干电池、蓄电池等。干电池、蓄电池是一种直流电源，有极性固定不变的正、负极。

负载是电路中使用电能的装置，它能把电能转换成其他形式的能量，如电灯、电铃、电动机等。

课题一

直流电路的基本知识

项目一 全电路欧姆定律

当合上电源开关后，灯就会亮，人们就可用电视机收看电视节目，用音响放音乐。那是因为电源向各用电器提供了电能，电路中有电流流动的结果。那么一个电路由哪些部分组成？各部分有什么作用？电流是电路的基本物理量，除了电流外，还有哪些物理量？如何知道用电器消耗了多少电能？一个电路中如果有多个用电器，采用不同的连接方式，结果是否相同？通过以下知识的学习，这些问题就能找到答案了。

相关知识点：电路的组成与基本物理量 欧姆定律 电功和电功率

知识一 电路的组成与基本物理量

一、简单的直流电路

按图 1-1 连接线路，合上开关后，观察电流表与电压表指针的变化情况。

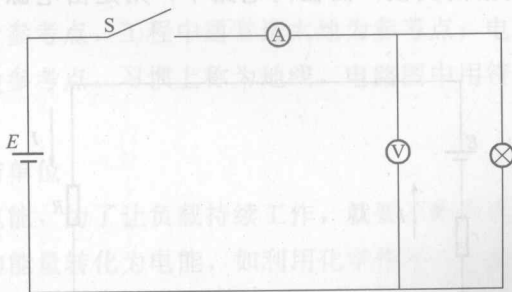


图 1-1 简单直流电路

二、电路的组成及各部分的作用

电路由电源、负载（灯泡）、连接导线和控制装置（开关）组成。

电源是电路中提供电能的装置，其作用是将其其他形式的能量转换成电能，如发电机、干电池、蓄电池等。干电池、蓄电池是一种直流电压源，有极性固定不变的正、负极。

负载是电路中使用电能的装置，其作用是把电能转换成其他形式的能量，如电灯、风扇、电动机等。

导线是用来连接电源和负载的，其作用是输送和分配电能。常用的导线有铜导线和铝导线。

控制装置（开关）是用来控制电路通、断的。

对电源而言，电源两极以外的电路称为外电路；电源内部的电路称为内电路。一个闭合的电路就是由内电路和外电路两部分组成，见图 1-2。

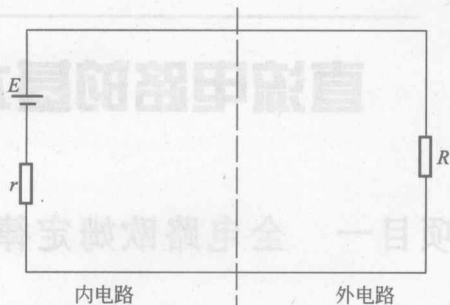


图 1-2 闭合电路

三、电路的基本物理量

1. 电流 I

(1) 电流的形成

在教室里，只要合上开关，灯就亮了，风扇就转了，说明灯管和风扇中有电流通过。电荷有规则地定向运动就形成了电流。当电路中有电源提供持续的电压时，在闭合电路中就能产生持续的电流。如图 1-1 所示，电流表指针所指示的数值就是该电路中电流的大小。

(2) 电流的方向及单位

习惯上，人们规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。根据这一规定，在外电路中，电流的方向由电源的正极指向负极；而在内电路中，则是由电源负极指向正极。如图 1-3 所示。

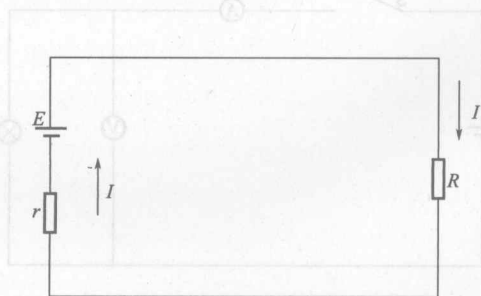


图 1-3 标注电流方向的电路

国际单位制中，电流的单位是 A（安培，简称安）。常用的单位有 mA（毫安）、 μA （微安），它们的关系是

$$1\text{A} = 10^3\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 10^3\mu\text{A}$$

2. 电压 U

(1) 电压的概念与单位

单位正电荷从一点 a 移到另一点 b 电场力所做的功，称为电压，记为 U_{ab} 。电压的国际单位是 V（伏特，简称伏）。常用的单位有 kV（千伏）、mV（毫伏）、 μV （微伏），它们的关系是

$$\begin{aligned} 1\text{kV} &= 10^3\text{V} \\ 1\text{V} &= 10^3\text{mV} \\ 1\text{mV} &= 10^3\mu\text{V} \end{aligned}$$

(2) 电压的方向

对电源而言，电压的方向由电源的正极指向负极；对负载而言，电流流进端为电压的正极，电流流出端为电压的负极，如图 1-4 中的 U_{ab} 所示。

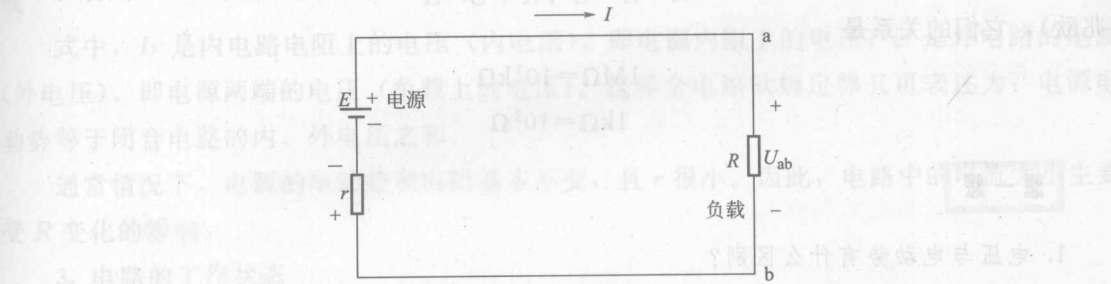


图 1-4 标注电流、电压及电动势方向的电路

3. 电位 V

(1) 电位的概念与单位

所谓电位就是先在电路中选择参考点，再看某一点与参考点之间的电压，即为该点的电位。如电路中“a”点电位表示为“ V_a ”。电位的常用单位也是 V。

(2) 参考点的选择

一个电路只能选一个参考点，工程中通常选大地为参考点；电子电路中常选多元件汇集并与机壳相连的公共线为参考点，习惯上称为地线，电路图中用符号“ $\perp$ ”表示。

4. 电动势 E

(1) 电动势的概念与单位

负载工作时要消耗电能，为了让负载持续工作，就要不断向电路补充电能，这由电源来完成。电源把其他形式的能量转化为电能，如利用化学作用，干电池、蓄电池把化学能转化为电能；依靠电磁感应作用，发电机把机械能转化为电能。反映电源把其他形式的能量转化为电能的本领大小的物理量，叫做电源的电动势（E）。电动势的单位与电压的单位相同。

(2) 电动势的方向

电动势的方向规定为从电源负极经电源内部到电源正极的方向，如图 1-4 所示。

5. 电阻 R

(1) 电阻的含义

当电流通过金属导体时，作定向运动的电子与金属中的带电粒子发生碰撞，使电子的运动受到阻碍，导体对电流的这种阻碍作用叫做导体的电阻，用字母 R 表示。

(2) 电阻的大小与单位

导体的电阻是客观存在的,它不随导体两端的电压大小而变化,没有电压,导体仍然有电阻。实验证明,导体的电阻跟导体的长度成正比,跟导体的横截面积成反比,并与导体的材料性质有关,这一结论称为电阻定律。用公式表示为

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 l ——导体的长度, m;

S ——导体的横截面积, m^2 ;

ρ ——导体的电阻率, $\Omega \cdot \text{m}$ 。

国际单位制中,电阻的单位是 Ω (欧姆,简称欧)。常用的单位还有 $\text{k}\Omega$ (千欧)、 $\text{M}\Omega$ (兆欧),它们的关系是

$$1\text{M}\Omega = 10^3 \text{k}\Omega$$

$$1\text{k}\Omega = 10^3 \Omega$$

想一想

1. 电压与电动势有什么区别?
2. 电压与电位有什么区别?

知识二 全电路欧姆定律

一、部分电路欧姆定律

1. 部分电路的含义

在闭合电路中,不包含电源,只有负载的这部分电路,称为部分电路。如图 1-5 中虚线框内部分。

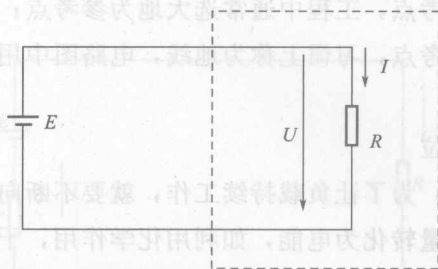


图 1-5 部分电路欧姆定律

2. 部分电路欧姆定律

通过一段导体的电流 I ,与导体两端的电压 U 成正比,与这段导体的电阻成反比,即

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

若 U 与 I 成正比, R 是常数,这种电阻称为线性电阻,由线性电阻组成的电路称为线性电路。若 U 与 I 不成正比, R 就不是一个常数,这种电阻称为非线性电阻。部分电路的欧姆定律只适用于线性电路。

二、全电路欧姆定律

1. 全电路的含义

含有电源的闭合电路称为全电路，如图 1-4 所示。其中， E 为电源电动势； r 为内电路电源的内阻， R 为外电路电阻，即负载。

2. 全电路欧姆定律

全电路中的电流强度 I 与电路的电动势 E 成正比，与整个电路的总电阻 $R+r$ 成反比。用公式表示为

$$I = \frac{E}{R+r}$$

或

$$E = U + Ir, U = E - Ir$$

式中， Ir 是内电路电阻上的电压（内电压），即电源内阻上的电压； U 是外电路的电压（外电压），即电源两端的电压（负载上的电压）。这样全电路欧姆定律又可表述为：电源电动势等于闭合电路的内、外电压之和。

通常情况下，电源的电动势和内阻基本不变，且 r 很小。因此，电路中的电流大小主要受 R 变化的影响。

3. 电路的工作状态

(1) 通路

电路处于通路状态时，由全电路欧姆定律可知，若 R 增大，电流 I 就减小， U 则增大；若 R 减小，电流 I 就增大， U 则减小。

(2) 断路

电路处于断路状态时，相当于 $R \rightarrow \infty$ ，则 $I = 0$ ， $U = E$ ，即电源的开路电压等于电源的电动势，这就提供了测量电源电动势的依据。

(3) 短路

电路处于短路状态时，相当于 $R \rightarrow 0$ ，即电源被导线短接，此时 $I = E/r$ ，称为短路电流。由于 r 很小，所以短路电流很大，足以损坏电源，甚至酿成火灾。此时， $U = 0$ 。

试一试

上网查找一下短路造成的危害。

【例 1-1】 已知某电炉接在 220V 电源上，正常工作时流过电阻的电流为 5A。试求此时电阻丝的电阻值。

解 由 $I = \frac{U}{R}$ 可知

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{5} = 44 (\Omega)$$

【例 1-2】 已知某电池的开路电压为 1.5V，内阻为 1Ω ，外接负载电阻为 9Ω 。求电路中通过的电流、电池两端的电压和电池内部的电压。

解 电池的开路电压即为电源的电动势 E ，为 1.5V。

由 $I = \frac{E}{R+r}$ 可知,

$$I = \frac{1.5}{9+1} = 0.15 \text{ (A)}$$

电池两端的电压即为外电路电压 U , 则

$$U = IR = 0.15 \times 9 = 1.35 \text{ (V)}$$

电池内部的电压即为内电阻上的电压 U_0 , 则

$$U_0 = Ir = 0.15 \times 1 = 0.15 \text{ (V)}$$

知识三 电功和电功率

一、电功 W

1. 电功的概念

电流通过电路时, 电场力使电荷从一点移到另一点时电流所做的功, 叫做电功, 用字母 W 表示。

2. 电功的计算公式与单位

计算电流做功的普遍公式是

$$W = UI t$$

若负载是线性电阻, 如白炽灯、电炉、电烙铁等, 则计算电流做功的公式为

$$W = UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

国际单位制中, 电功的单位是 J (焦耳)。

二、电功率 P

1. 电功率的概念

电流在单位时间内所做的功叫做电功率, 它反映了电流做功的快慢程度, 用字母 P 表示。

2. 电功率的计算公式与单位

计算部分电路的电功率的普遍公式是

$$P = UI$$

若负载是线性电阻, 电功率的计算公式为

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

国际单位制中, 电功率的单位是 W (瓦特), 常用的单位还有 kW (千瓦)、mW (毫瓦)。它们的关系是

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 10^3 \text{ mW}$$

3. 1 度电的概念

1 度电 (度又称千瓦时) 是指功率为 1 kW 的用电器正常工作 1 h 所消耗的电能, 即

$$1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}.$$

试一試

1. 能计算出你所在的宿舍一天要用多少度电么?
2. 某家庭的电能表 3 月 1 日的读数为 0430, 4 月 1 日的读数为 0510, 该家庭在这一月共用电多少度?

三、电流的热效应

1. 电流的热效应的含义

电流通过导体时, 使导体的温度升高, 这种将电能转换为热能的现象, 称为电流的热效应。

2. 焦耳定律

电流通过导体时所产生的热量与电流强度的平方、导体的电阻及通电的时间成正比, 这叫做焦耳定律。用数学表达式表示为

$$Q = I^2 R t \text{ (J)}$$

3. 电流热效应的应用

电流热效应的应用很广泛, 利用它可以制成电炉、电烙铁、电烘箱和电吹风等。但是, 在很多情况下, 电流的热效应是有害的, 如电动机和变压器在运行过程中, 因电流通过而发热, 一旦过热就会使设备损坏。

四、负载的额定值

电气设备和电路元件正常工作时允许的电流、电压和功率的限额, 分别叫做额定电流、额定电压和额定功率。标在灯泡上的“220V、40W”等指的就是额定值。电气设备的额定值通常标在一块小金属牌上, 叫做铭牌, 因而额定值又称为铭牌数据。

根据用电器上标明的额定电压、额定功率, 可按公式 $P = UI$ 计算出额定电流。对纯电阻性的用电器, 还可按公式 $P = U^2 / R$ 计算出它的电阻。

比一比

说出在日常生活中使用电器的额定值。

【例 1-3】 某 220V、60W 的灯泡接在 220V 电源上, 求通过灯泡的电流和电阻。如果每晚用 3h, 问 30 天消耗多少度电?

解 由 $P = UI$ 可知

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = 0.273 \text{ (A)}$$

由 $P = \frac{U^2}{R}$ 可知

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{60} = 806 \text{ (}\Omega\text{)}$$

30 天消耗的电能为

$W=UIt=Pt=0.06\times3\times30=5.4\text{ (度)}$

【例 1-4】 某白炽灯的额定值为“220V、100W”。试求白炽灯的额定电流及电阻值。如果将其接在 110V 电源上通电 5min，其实际功率、电功和产生的热量各为多少？

解 额定电流为 $I=\frac{P}{U}=\frac{100}{220}=0.45\text{ (A)}$

灯丝电阻为 $R=\frac{U^2}{P}=\frac{220^2}{100}=484\text{ (}\Omega\text{)}$

当灯泡接在 110V 电源上时，实际消耗的功率为

$P=\frac{U^2}{R}=\frac{110^2}{484}=25\text{ (W)}$

电功为 $W=Pt=25\times5\times60=7500\text{ (J)}$

因此，通电 5min 产生的热量为

$Q=\frac{U^2}{R}t=\frac{110^2}{484}\times5\times60=7500\text{ (J)}$

可见，当电流通过灯泡时，电流所做的功全部转换成热能。

议一议

一只标有“220V、40W”字样的灯泡，接到 250V 的电源两端，消耗的功率为多少？实际生活中，你曾见过这样的情况吗？点亮的白炽灯，突然变得很亮，光线很刺眼，不久这个灯泡就烧掉了。你能解释这是为什么吗？

知识拓展一 电阻率

电阻率是衡量物质导电性能好坏的物理量，其大小决定于导体的材料性质。电阻率大的材料，导电性能差；电阻率小的材料，导电性能好。不同材料的电阻率不同，表 1-1 中列出了一些材料的电阻率。

表 1-1 一些材料的电阻率 (20℃时)

材料	电阻率/ $\Omega\cdot\text{m}$	材料	电阻率/ $\Omega\cdot\text{m}$
铜	1.7×10^{-8}	钨	5.5×10^{-8}
银	1.6×10^{-8}	锰铜	4.4×10^{-7}
铝	2.8×10^{-8}	康铜	4.8×10^{-7}
铁	1.0×10^{-7}	碳	3.57×10^{-5}

一般把 $\rho<10^{-6}\Omega\cdot\text{m}$ 的物质叫做导体，如金属是电的良导体；把 $\rho>10^5\Omega\cdot\text{m}$ 的物质叫做绝缘体，如橡胶、塑料、油漆、陶瓷等。绝缘体受潮后，其绝缘性能会明显下降。导电性能介于导体与绝缘体之间的叫做半导体，如收音机、电视机中的二极管、三极管、集成电路等都是用半导体制成的。

电阻率不仅与材料有关，还与温度有关。金属材料在温度升高时，电阻率增大；半导体的电阻率在温度升高时却减小。

知识拓展二 电阻在化工生产中的应用

许多物理量的测量，可以通过对电阻的测量来实现。如温度是化学反应中的一个重要指