

职业教育电工电子系列教材

# 电工技术习题及实训

DIANGONG JISHU XITI JI SHIXUN

主编 高平 主审 徐黎



安徽科学技术出版社

职业教育电工电子系列教材

# 电工技术习题及实训

主 编 高 平  
副主编 沈慰椿 伍 枫  
编 者 高 平 沈慰椿 伍 枫  
白小和 程汉平 程银燕  
胡 伟 张晓丽  
主 审 徐 黎



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工技术习题及实训/高平主编. —合肥:安徽科学技术出版社, 2008. 9

(职业教育电工电子系列教材)

ISBN 978-7-5337-4073-3

I. 电… II. 高… III. 电工技术-专业学校-教学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 136973 号



电工技术习题及实训

高 平 主 编

出 版 人: 朱智润

责任编辑: 王菁虹 文字编辑: 张 枫

封面设计: 王 艳

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号  
出版传媒广场, 邮编: 230071)

电 话: (0551)3533330

网 址: [www.ahstp.net](http://www.ahstp.net)

E-mail: [yougoubu@sina.com](mailto:yougoubu@sina.com)

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 安徽新华印刷股份有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 7.75

字 数: 180 千

版 次: 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 4 500

定 价: 15.80 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

## 编 委 会

主 任(排名不分先后): 寿培聪 吴丁良 姚成秀

副主任(排名不分先后): 施正和 翟 敏 黄庭曙 包太平 姚志浩  
张汉林 郝登峰 任祖明 王礼义 李涤新 肖 山 王立升  
陈爱娥 刘淑凤 刘树钢 王亚平 石晓峰 丁士中 张 敏  
王华君 唐久春 范铭祥 韩 云 王宏锦

委 员(排名不分先后): 徐 黎 开 俊 刘纯根 李惠兰 江 涛  
储立群 刘尚华 吴桂荣 邢良言 葛冬云 汪建安 徐万赋  
张 辉 姚卫宁 胡晓红 吴成群 张艺国 彭 建 刘 彦  
陆伟生 张 李 魏 敏 吴晓东 李方显 朱晓华 张 强  
周 斌 陈佩喜 丁淑荃 汤 峰 陈洪金 顾 宏 周致远  
陆思忠 朱振宇 窦祥国 潘 新 李国辉

## 前 言

电工技术是研究电能与其他能量相互转换的规律及其在工程技术领域中应用的一门学科,已成为高科技和工程领域的一项重大课题,在工农业生产中发挥着巨大的作用。

本书着眼于技能型紧缺人才培养目标,紧紧扣住“电工”这个主题予以必要的延伸、拓宽。本书内容新颖、结构严谨、深入浅出,是《电工技术》的配套教材。全书从实用角度出发,系统、全面地罗列了电工技术及其应用方面的习题。

全书共分两部分,第一部分为习题集,第二部分为实训。第一部分分为七章,第一章覆盖了电工技术的基本知识;第二章覆盖了变压器的基本原理;第三章覆盖了电工仪表及其测量的基本概念;第四章覆盖了电动机的基本原理;第五章覆盖了电动机的控制部分;第六章覆盖了供用电常识;第七章则涵盖了电能及其转换技术。为帮助读者思考、复习和总结,每一章内容分为知识点、典型例题分析与解答、复习思考题和自测题等。

编者在编写过程中,参阅了大量的同类书籍及相关报纸杂志,借鉴了其中的精华部分来充实本书。作者力求体现职业教育的性质、任务和培养目标,坚持以就业为导向、以能力培养为本位的原则,突出教材的实用性、适用性和先进性。

本书由高平任主编,沈慰椿、伍枫任副主编,白小和、程汉平、程银燕、胡伟和张晓丽参加了编写。其中第一章由白小和、程银燕、高平编写,第二章由沈慰椿编写,第三章由胡伟和张晓丽编写,第四章由程银燕编写,第五章由伍枫编写,第六章由高平编写,第七章由程汉平编写。高平负责全书的统稿,徐黎担任本书的主审。

本书的编写是对职业教材改革的一次尝试,也是一次愉悦的合作过程。由于编者业务水平所限,以及调查研究、理解教改精神方面的局限,书中疏漏和错误之处在所难免。我们只是抛砖引玉,希望通过广大电工技术老师及读者们的共同努力把本课程和教改不断推向深化。欢迎广大读者提出宝贵意见(邮箱 gaoping29@163.com)。

本书可作为职业学校机电、数控、汽车、焊接、模具等专业电工技术教学用书,也可作为电工技术开发维护人员的参考书。

编 者

# 目 录

## 第一部分 习题集

|               |    |
|---------------|----|
| 第一章 电工技术基础    | 1  |
| 1.1 知识点       | 1  |
| 1.2 典型例题分析与解答 | 4  |
| 1.3 复习思考题     | 8  |
| 1.4 自测题       | 13 |
| 第二章 变压器       | 15 |
| 2.1 知识点       | 15 |
| 2.2 典型例题分析与解答 | 15 |
| 2.3 复习思考题     | 19 |
| 2.4 自测题       | 23 |
| 第三章 电工仪表及测量   | 25 |
| 3.1 知识点       | 25 |
| 3.2 典型例题分析与解答 | 27 |
| 3.3 复习思考题     | 36 |
| 3.4 自测题       | 38 |
| 第四章 电动机       | 42 |
| 4.1 知识点       | 42 |
| 4.2 典型例题分析与解答 | 50 |
| 4.3 复习思考题     | 52 |
| 4.4 自测题       | 55 |
| 第五章 电动机的控制    | 60 |
| 5.1 知识点       | 60 |
| 5.2 典型例题分析与解答 | 62 |
| 5.3 复习思考题     | 63 |
| 5.4 自测题       | 65 |
| 第六章 供用电常识     | 68 |
| 6.1 知识点       | 68 |
| 6.2 典型例题分析与解答 | 68 |
| 6.3 复习思考题     | 70 |
| 6.4 自测题       | 73 |
| 第七章 电能转换技术简介  | 75 |
| 7.1 知识点       | 75 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 7.2 典型例题分析与解答 ..... | 76 |
| 7.3 复习思考题 .....     | 78 |
| 7.4 自测题 .....       | 80 |

## 第二部分 实训

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 项目一 电工技术基础实训 .....                      | 84  |
| · 电位、电压的测定 .....                        | 84  |
| 项目二 变压器实训 .....                         | 86  |
| 单相变压器和自耦变压器 .....                       | 86  |
| 项目三 电工仪表及测量实训 .....                     | 91  |
| 直流电流表、电压表的使用 .....                      | 91  |
| 用电流互感器配合电流表测量电流 .....                   | 92  |
| 直流单臂电桥的使用 .....                         | 93  |
| 普通万用表和数字万用表的使用 .....                    | 93  |
| 项目四 电动机实训 .....                         | 95  |
| 电机实验的基本要求和安全操作规程 .....                  | 95  |
| 关于电机转速和转差率的测量的实验 .....                  | 97  |
| 关于电机电阻及温度测量的实验 .....                    | 98  |
| 关于电机转矩的测量实验 .....                       | 101 |
| 项目五 电动机的控制实训 .....                      | 105 |
| 三相笼型异步电动机的点动控制和连续控制电路安装 .....           | 105 |
| 三相笼型异步电动机的双向控制电路安装 .....                | 109 |
| 三相笼型异步电动机的 Y- $\Delta$ 减压起动控制电路安装 ..... | 112 |
| 参考文献 .....                              | 116 |

# 第一部分 习 题 集

## 第一章 电工技术基础

本章通过对电路的基本概念分析,要求读者掌握电路的原理、性能与使用。

### 1.1 知识点

#### 1. 电路

电路就是电流通过的路径。电路的形式多种多样,可归纳为两类:一是进行能量传输、分配和转换;二是进行信息的处理。完整的电路是由电源、负载和中间环节三部分组成的,常把完整的电路叫做全电路。电源的作用是把其他能转换成电能。负载的作用是把得到的电能转换成需要的能量。导线、开关等中间环节连接在电源和负载之间,在电能的传送过程中起着调整、分配和保护的作用。每一个电路都是由若干个实际电器连接而成的,这些电器就是电路元件,如干电池、开关、小灯泡、电阻器等。

#### 2. 电流

电流的符号为  $I(\text{A})$ ,在数值上等于单位时间  $t(\text{s})$  内通过导体横截面的电荷量  $Q(\text{C})$ ,即

$$I = \frac{Q}{t}$$

电流不但有大小,而且有方向。电流有方向是客观存在的。习惯上规定正电荷定向运动的方向为电流的实际方向。在分析比较复杂的电路时,往往难以判断电流的实际方向,而且交流电流的方向还随时间交变,更难表示出实际方向。为了解决这一难题,人们在分析电路时,往往完全不考虑电流的实际方向,而是假设一个电流方向,把这个假定的电流方向称为电流的正方向。在研究实际方向时,电流的正方向起着参考的作用。

#### 3. 电流密度

为了描述导体内各点电流分布的情况,引入这个物理量。电流密度就是当电流在导体的横截面上均匀分布时,该电流  $I$  与导体横截面  $S$  的比值。电流密度用  $J$  来表示,即

$$J = \frac{I}{S}$$

#### 4. 电压

电压是用来描述电场做功本领大小的物理量。设有一个电荷量为  $Q$  的正电荷处于电场中的  $A$  点,在电场力的作用下移动到  $B$  点,电场力对正电荷做的功为  $W_{AB}$ 。我们定义:电场力把正电荷从  $A$  点移到  $B$  点所做的功  $W_{AB}$  与被移动的电荷量  $Q$  的比值称为  $A$ 、 $B$  两点间的电压

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$



式中:  $W_{AB}$ ——电场力做的功(J);

$Q$ ——电荷量(C);

$U_{AB}$ ——A、B 两点间的电压(V)。

电压也有方向。电压的实际方向规定为从高电位点指向低电位点,即为电位降的方向。例如外电路两端的电压就是从电源的正极经过负载指向负极的。

### 5. 电阻

在一段导体的两端加上电压  $U$ , 如果导体中的电流为  $I$ , 比值  $U/I$  叫做导体的电阻。电阻用字母  $R$  表示, 即

$$R = U/I$$

电阻的单位是欧姆, 简称欧, 用字母  $\Omega$  表示。电阻的倒数称为电导, 我们用符号  $G$  来表示, 即

$$G = 1/R$$

### 6. 部分电路欧姆定律

在一段不包含电源的电路中, 流过导体的电流  $I$  与这段导体两端的电压  $U$  成正比, 与这段导体的  $R$  成反比。

全电路欧姆定律的内容是: 当整个电路闭合时, 电路中的电流与电动势成正比, 与整个电路的电阻成反比, 这一关系称为全电路欧姆定律, 即

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

式中:  $I$ ——电路中的电流(A);

$E$ ——电源的电动势(V);

$R$ ——外电路电阻( $\Omega$ );

$r$ ——内电路电阻( $\Omega$ )。

### 7. 焦耳-楞次定律

电流通过导体产生的热量  $Q$  与电流  $I$  的二次方、导体的电阻  $R$  及通电时间  $t$  成正比, 这就是焦耳-楞次定律。定律的表达式为

$$Q = I^2 R t$$

### 8. 电阻的串联、并联、混联

在电路中, 电阻的连接形式是多种多样的。几个电阻依次连接, 中间没有分岔支路的连接方式叫电阻的串联; 将  $n$  个电阻的一端共同连在电路的一点上, 把它们的一端共同连接在另一点上, 这种连接方式, 叫做电阻的并联; 在一个电路中, 既有电阻串联又有电阻并联的连接方式, 叫电阻的混联。

### 9. 电位

电路中的每一点都有一定的电位, 各点电位的高低是否正常, 反映了电路的工作状态是否正常。要确定点的电位, 如前所述, 就得选择参考点。一般把很多元件汇集的公共点作为参考点, 参考点的电位规定为零。在电路中零电位点选定之后, 则电路中任何一点对零电位点的电位差就是该点的电位。

### 10. 电压源、电流源

在电路中, 有的电源以稳定的电压向负载供电, 有的电源以稳定的电流向负载供电, 分别称为电压源和电流源。电压源和电流源是可以相互转换的。

### 11. 基尔霍夫定律

基尔霍夫第一定律又叫节点定律,它指出:电路中任意一个节点上,在任一时刻,流入节点的电流之和,等于流出节点的电流之和;基尔霍夫第二定律又叫回路电压定律,它说明在一个闭合回路中各段电压之间的关系。从一点出发绕回路一周到该点,各段电压(电压降)的代数和等于零,这一关系叫做基尔霍夫电压定律。

### 12. 支路电流法

支路电流法是使用基尔霍夫定律解题的基本方法,这个方法把各个支路电流作为待求量,应用基尔霍夫两个定律列出方程,求出各支路电流。

### 13. 叠加定理

叠加定理指在线性电阻和多个电源组成的线性电路中,任何一个支路中的电流(或电压)等于各个电源单独作用时,在此支路中所产生的电流(或电压)的代数和。

### 14. 戴维南定理

戴维南定理又叫做等效发电机定理、等效电源定理或有源二端网络等。它的内容是:任何一个线性有源二端网络,都可以用一个具有恒定电动势和内阻串联的等效电源来代替。此恒定电动势就等于有源二端网络的开路电压,而内阻等于网络内所有电源都不起作用时(电压源短接,电流源切断)的无源二端网络的等效电阻。

### 15. 波形图

波形图指在平面直角坐标中,用来描述电流(或电压、电动势)随时间变化规律的曲线图。在直流电路中讨论的电压和电流,其大小和方向都是不随时间变化的;但是在生产实际和日常生活中所用的,绝大部分是大小和方向都随时间作周期性变化的电压和电流,这种电流(或电压、电动势)称为交流电。

### 16. 正弦交流电的三要素

从以上的叙述可以看到,最大值、频率(周期、角频率)和初相位是确定一个交流电变化情况的三个重要数值,通常称为正弦交流电的三要素。

### 17. 有效值

用交流电表测量得到的电动势、电压和电流都是有效值。在交流电路中通常都是用有效值进行计算。在电视机、电器、仪表上所标注的额定电压、额定电流也都是用有效值表示的。今后在分析和计算交流电路时,如没有特殊说明,都是指它们的有效值。

### 18. 纯电路

在交流电路中,电阻  $R$  起主要作用,电感  $L$  和电容  $C$  均可忽略不计的电路称为纯电阻电路;线圈的电阻可略去不计,这种电路称为纯电感电路;电容  $C$  起主要作用,而电阻  $R$  及电感  $L$  的影响很小,可以忽略不计时,这种电路称为纯电容电路。在交流电路中,是不存在纯电阻、纯电感、纯电容的电路。任何一个电感线圈都是导线绕制的,而导线必定具有一定的电阻,且线圈与线圈之间也存在电容,任何一个电容器也或多或少存在着漏电现象和介质损耗,即使是电阻,在某些条件下也要考虑它的寄生电感和寄生电容,而在更多情况下,必须把各种元件按一定要求连接起来使用。

### 19. 三相电路

由三相交流电源供电的电路,简称三相电路。三相交流电源指能够提供 3 个频率相同而相位不同的电压或电流的电源,最常用的是三相交流发电机。三相负载的连接方式分为星形连接(即 Y 形)和三角形连接(即  $\Delta$  形)两种。

## 1.2 典型例题分析与解答

**例 1.1** 以电场中的  $C$  点为参考点, 电量  $Q=2\text{ C}$  的电荷在电场中的  $A$  点时, 具有  $10\text{ J}$  的电位能; 该电荷被电场力移动到  $B$  点时, 它具有  $4\text{ J}$  的电位能。求: (1)  $A$  点电场的电位; (2)  $B$  点电场的电位。

**分析:** 电位的定义: 设有一个电量是  $Q$  的正电荷处在电场中的  $A$  点, 它所具有的电位能是  $W_A$ , 物理学中把比值  $\frac{W_A}{Q}$  叫做  $A$  点电场的电位, 用  $\varphi_A$  表示, 即

$$\varphi_A = \frac{W_A}{Q}$$

电位的国际单位是伏特, 单位符号是  $\text{V}$ 。如果  $W_A=1\text{ J}$ ,  $Q=1\text{ C}$ , 则  $\varphi_A=1\text{ J}/1\text{ C}=1\text{ V}$ 。可见, 某点电场的电位, 在数值上等于单位正电荷在该点所具有的电位能。

与用  $\varphi_A$  表示  $A$  点电场的电位一样, 我们同样地可以用  $\varphi_B$  表示  $B$  点电场的电位。

**解答:** (1)  $A$  点电场的电位:  $\varphi_A = \frac{10\text{ J}}{2\text{ C}} = 5\text{ V}$

(2)  $B$  点电场的电位:  $\varphi_B = \frac{4\text{ J}}{2\text{ C}} = 2\text{ V}$

由于相对于  $C$  点而言,  $\varphi_A$  比  $\varphi_B$  的数值更大, 所以  $A$  点的电位比  $B$  点的电位高。

**例 1.2** 用直径  $d=4\text{ mm}$ , 电阻率  $\rho=1.2\times 10^{-6}\text{ }\Omega\cdot\text{m}$  的电阻丝, 绕制成电阻为  $16.2\text{ }\Omega$  的电阻炉, 求电阻丝的长度。

**分析:** 试验告诉我们, 导体的电阻是导体的客观属性, 它的大小由导体本身的性质所决定。导体的电阻不随两端电压的变化而变化, 即使没有加上电压, 导体仍有电阻。以下的电阻定律也充分地说明了这一点。电阻定律的内容是: 均匀导体的电阻  $R$  与导体的长度  $L$  成正比, 与它的横截面积  $S$  成反比, 还与材料的导电性质有关。表示为:

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

式中:  $\rho$ ——电阻率 ( $\Omega\cdot\text{m}$ );

$L$ ——导体的长度 ( $\text{m}$ );

$S$ ——导体的横截面积 ( $\text{mm}^2$ );

$R$ ——导体的电阻 ( $\Omega$ )。

式中的  $\rho$ 、 $L$  和  $S$  都是导体自身的因素, 所以电阻定律说明导体的电阻是由导体本身的性质所决定的。

电阻率  $\rho$  由导体材料的内部结构和温度决定, 与导体的几何尺寸无关。在相同的温度下, 不同的导体具有不同的电阻率。电阻率通常是指在  $20^\circ\text{C}$  时, 长  $1\text{ m}$  而横截面积是  $1\text{ mm}^2$  的某种材料的电阻值。

**解答:** 电阻丝的横截面积为

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 4^2 \times 10^{-6}}{4} = 12.56 \times 10^{-6}\text{ m}^2$$

由  $R = \rho \frac{L}{S}$ , 得

$$L = \frac{RS}{\rho} = \frac{16.2 \times 12.56 \times 10^{-6}}{1.2 \times 10^{-6}} = 169.56 \text{ m}$$

例 1.3 有一铜质漆包线绕成的线圈,在  $20^\circ\text{C}$  时,测得电阻为  $2\ \Omega$ ,使用 4 h 后,测得线圈的电阻为  $2.5\ \Omega$ ,问此时线圈的温度为多少?

分析:从试验得知,在常温下,几乎所有金属导体的电阻值与温度之间都有以下近似关系:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

式中:  $R_2$ 、 $R_1$ ——分别是温度为  $t_2$  和  $t_1$  时的电阻。

$\alpha$ ——电阻温度系数,它等于温度升高  $1^\circ\text{C}$  时,导体电阻的相对增量。 $\alpha$  的单位是  $1/^\circ\text{C}$ 。不同材料的电阻温度系数  $\alpha$  不同。

解答:已知  $R_1 = 2\ \Omega$ ,  $R_2 = 2.5\ \Omega$ ,  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ ,查表知铜的电阻温度系数  $\alpha = 3.9 \times 10^{-3}^\circ\text{C}^{-1}$  由  $R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$  得

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} + t_1 \\ &= \frac{2.5\ \Omega - 2\ \Omega}{3.9 \times 10^{-3}^\circ\text{C}^{-1} \times 2\ \Omega} + 20^\circ\text{C} \\ &= 84.1^\circ\text{C} \end{aligned}$$

例 1.4 手电筒中干电池的电压共  $3\text{ V}$ ,流过灯泡的电流是  $3\text{ mA}$ ,试求灯泡的电阻。

分析:德国科学家欧姆通过实验得到了有关部分电路的结论如下:在一段不包含电源的电路中,流过导体的电流  $I$  与这段导体两端的电压  $U$  成正比,与这段导体的电阻  $R$  成反比,这就是部分电路欧姆定律。 $I$ 、 $U$ 、 $R$  三者之间的关系为:

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

式中:  $I$ ——导体的电流(A);

$U$ ——导体两端的电压(V);

$R$ ——导体的电阻( $\Omega$ )。

解答:由  $I = \frac{U}{R}$  得

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3\text{ V}}{3 \times 10^{-3}\text{ A}} = 1000\ \Omega$$

例 1.5 有一电源的电动势为  $10\text{ V}$ ,电源内阻为  $2\ \Omega$ ,外接负载电阻为  $3\ \Omega$ ,求电源的端电压和内压降。

分析:全电路欧姆定律的内容是:当整个电路闭合时,电路中的电流与电动势成正比,与整个电路的电阻成反比,这一关系称为全电路欧姆定律,即

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

式中:  $I$ ——电路中的电流(A);

$E$ ——电源的电动势(V);

$R$ ——外电路电阻( $\Omega$ );

$r$ ——内电路电阻( $\Omega$ )。

解答:  $I = \frac{E}{R + r} = \frac{10}{3 + 2}\text{ A} = 2\text{ A}$

内压降

$$U_r = Ir = 2\text{ A} \times 2\ \Omega = 4\text{ V}$$

$$\text{端电压} \quad U = IR = 2 \text{ A} \times 3 \Omega = 6 \text{ V} ;$$

$$\text{或} \quad U = E - Ir = 10 \text{ V} - 4 \text{ V} = 6 \text{ V}$$

**例 1.6** 有一支 220 V、100 W 的电灯,接在 220 V 的电源上,试求通过电灯的电流和电灯的电阻。如果每晚用 3 h,问 1 个月消耗多少电能?(1 个月以 30 天计算)

**分析:**在实际工作中,电流流过不同的负载时,虽然都会做功,但却存在快慢的差别。电流做功的快慢用电功率表示。单位时间内电流所做的功,称为电功率,用符号  $P$  表示。即

$$P = \frac{W}{t} = \frac{UIt}{t} = UI$$

如果电路中的负载是纯电阻,根据欧姆定律可写成

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

**解答:**由  $P = UI$  得

$$I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0.455 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ V}}{0.455 \text{ A}} = 484 \Omega$$

1 个月消耗的电能

$$W = Pt = 100 \times 10^{-3} \text{ kW} \times 3 \text{ h} \times 30 = 9 \text{ kWh} = 9^\circ$$

**例 1.7** 有一功率为 1200 W 的微波炉,问 20 min 内产生的热量是多少?

**分析:**英国物理学家焦耳和俄国科学家楞次在研究热效应时,各自做了大量的实验。实验证明:电流通过导体产生的热量  $Q$  与电流  $I$  的二次方、导体的电阻  $R$  及通电时间  $t$  成正比,这就是焦耳-楞次定律。定律的表达式为

$$Q = I^2 R t$$

式中:  $I$ ——导体的电流(A);

$R$ ——导体的电阻( $\Omega$ );

$t$ ——通电时间(s);

$Q$ ——电流产生的热量(J)。

利用电流热效应,可以制成电炉、电烙铁、熔断器、电烘箱等电热器。

**解答:**  $Q = I^2 R t = P t = 1200 \text{ W} \times 20 \times 60 \text{ s} = 1.44 \times 10^6 \text{ J}$

**例 1.8** 某电能表标有:“220 V、5 A”的字标,这只电能表最多能带 220 V、100 W 的电灯多少盏?这些灯每天使用 3 h,1 个月电能表走了多少字?(1 个月以 30 天计)

**分析:**电流流过不同的负载时,虽然都会做功,但却存在快慢的差别。电流做功的快慢用电功率表示,把单位时间内电流所做的功,称为电功率,用符号  $P$  表示。即

$$P = \frac{W}{t} = \frac{UIt}{t} = UI$$

**解答:**电能表允许的功率

$$P = UI = 220 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 1100 \text{ W}$$

可带电灯个数

$$n = \frac{P}{P_1} = \frac{1100 \text{ W}}{100 \text{ W}} = 11 \text{ 盏}$$

11 盏电灯 1 个月消耗的电能

$$W = Pt = 1100 \times 10^{-3} \times 3 \times 30 \text{ kWh} = 99 \text{ kWh}$$

1 个月消耗电能 99 度,即电能表走了 99 个字。

**例 1.9** 已知某一电路的电源电动势  $E = 60 \text{ V}$ , 内阻  $r = 100 \Omega$ 。当负载电阻  $R = 10 \Omega$ 、 $100 \Omega$  及  $1000 \Omega$  时,分别求负载功率和电源效率。

**分析:** 如果电路中的负载是纯电阻,根据欧姆定律可写成

$$P = I^2 R$$

我们把负载获得的功率占电源功率的百分数叫做电源的效率  $\eta$ , 即

$$\eta = \frac{P}{EI} \times 100\%$$

**解答:** (1)  $R = 10 \Omega$  时,

$$P = \left( \frac{E}{R+r} \right)^2 R = \left( \frac{60 \text{ V}}{10 \Omega + 100 \Omega} \right)^2 \times 10 \Omega = 2.98 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{I^2 R}{I^2 R + I^2 r} \times 100\% = \frac{R}{R+r} \times 100\% = \frac{10 \Omega}{10 \Omega + 100 \Omega} \times 100\% = 9\%$$

(2)  $R = r = 100 \Omega$  时,

$$P = P_m = \frac{E^2}{4r} = \frac{(60 \text{ V})^2}{4 \times 100 \Omega} = 9 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{R}{R+r} \times 100\% = \frac{100 \Omega}{100 \Omega + 100 \Omega} \times 100\% = 50\%$$

(3)  $R = 1000 \Omega$  时

$$\eta = \frac{R}{R+r} \times 100\% = \frac{1000 \Omega}{1000 \Omega + 100 \Omega} \times 100\% = 90.9\%$$

**例 1.10** 一个电流为  $0.2 \text{ A}$ 、电压为  $1.5 \text{ V}$  的小灯泡,接到  $4.5 \text{ V}$  的电源上,应该串联多大的电阻,才能使小灯泡正常发光?

**分析:** 电阻的连接形式是多种多样的,电阻的串联电路是最简单和常用的一类电路。在电路中,几个电阻依次连接,中间没有分岔支路的连接方式叫电阻的串联。

**解答:** 总电阻为

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4.5 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 22.5 \Omega$$

小灯泡灯丝的电阻为

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{1.5 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 7.5 \Omega$$

串联的分压电阻

$$R_2 = R - R_1 = 22.5 \Omega - 7.5 \Omega = 15 \Omega$$

**例 1.11** (1) 用伏特表量得交流电源电压是  $380 \text{ V}$ , 求它的最大值是多少?

(2) 用安培表量得电动机的电流是  $10 \text{ A}$ , 求此电流的最大值是多少?

**分析:** 最大值是用来表示正弦交流电变化范围的物理量。正弦交流电是随时间按正弦规律不断变化的, 所以它在某一时刻的数值和其他时刻的数值不一定相同。正弦交流电在任一时刻的数值叫做瞬时值, 用小写字母  $e$ 、 $u$ 、 $i$  表示; 最大的一个瞬时值称为最大值(或峰值、振幅), 正弦交流电动势、电压和电流的最大值分别用  $E_m$ 、 $U_m$ 、 $I_m$  表示。正弦电流(或电压)的有效值等于最大值的  $1/\sqrt{2}$  倍或  $0.707$  倍; 正弦电流(或电压)的最大值等于有效值的  $\sqrt{2}$  倍或  $1.414$  倍。

解答: (1) 用伏特表量的交流电压为有效值, 则

$$U_m = \sqrt{2}U = \sqrt{2} \times 380 \text{ V} \approx 537 \text{ V}$$

(2) 用安培表量得的电流是有效值, 则

$$I_m = \sqrt{2}I = \sqrt{2} \times 10 \text{ A} \approx 14.14 \text{ A}$$

即电源电压的最大值为 537 V, 电动机电流的最大值为 14.14 A。

### 1.3 复习思考题

#### 一、单项选择题

1. 图 1-1 中, 欲使  $I_1/I = 1/3$ , 则  $R_1$  和  $R_2$  的关系是( )。

- A.  $R_1 = \frac{1}{3}R_2$       B.  $R_1 = \frac{1}{2}R_2$       C.  $R_1 = 2R_2$       D.  $R_1 = 3R_2$

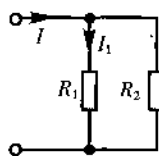


图 1-1

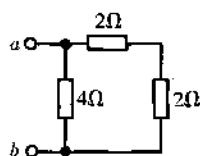


图 1-2

2. 图 1-2 中的  $R_{ab} =$  ( )。

- A.  $2 \Omega$       B.  $4 \Omega$       C.  $1/2 \Omega$       D.  $1/4 \Omega$

3. 图 1-3 中的等效电感  $L =$  ( )。

- A.  $1 \text{ H}$       B.  $2 \text{ H}$       C.  $3 \text{ H}$       D.  $2/3 \text{ H}$

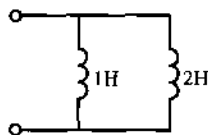


图 1-3

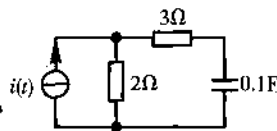


图 1-4

4. 图 1-4 电路的时间常数  $\tau =$  ( )。

- A.  $0.2 \text{ s}$       B.  $0.3 \text{ s}$       C.  $0.12 \text{ s}$       D.  $0.5 \text{ s}$

5. 图 1-5 电路的  $i(t)$  和  $i_s(t)$  的微分关系为( )。

- A.  $\frac{L}{R} \frac{di(t)}{dt} - i(t) = i_s(t)$       B.  $\frac{L}{R} \frac{di(t)}{dt} + i(t) = i_s(t)$   
C.  $L \frac{di(t)}{dt} + i(t) = Ri_s(t)$       D.  $L \frac{di(t)}{dt} - i(t) = Ri_s(t)$

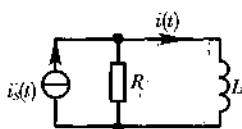


图 1-5

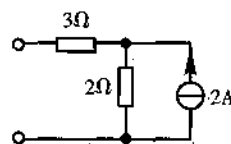


图 1-6

6. 图 1-6 电路戴维南等效电路的参数为( )。

- A.  $4 \text{ V}, 2 \Omega$       B.  $4 \text{ V}, 3 \Omega$       C.  $4 \text{ V}, 5 \Omega$       D.  $4 \text{ V}, 6/5 \Omega$

7. 图 1-7 电路等效于( )。

- A. 2 V 的电压源  
C. 原电路

- B. 2 V 的电压源与 2 A 的电流源的并联  
D. 2 A 的电流源

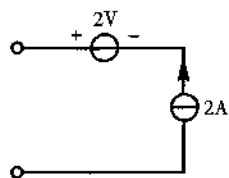


图 1-7

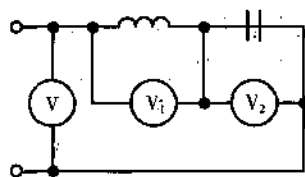


图 1-8

8. 图 1-8 中, 已知电压表  $V_1$  和  $V_2$  的读数均为 10 V, 则电压表  $V$  的读数为( )。

- A. 0 V      B. 10 V      C. 14.14 V      D. 20 V
9. 已知  $u_{bc}=1$  V,  $u_{ac}=2$  V, 则  $u_{ba}=($  )。
- A. -1 V      B. 1 V      C. -3 V      D. 3 V
10. 单口网络, 端电压和电流为关联方向, 已知  $u(t)=1+2\cos(t)$  V,  $i(t)=2\sin(2t)$  A, 该单口网络吸收的功率  $P=($  )。
- A. 1 W      B. 2 W      C. 0 W      D. 3 W

## 二、填空题

1. 图 1-9 所示电路中,  $U$ 、 $I$  之间的关系式应为\_\_\_\_\_。

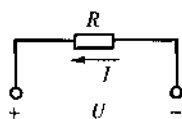


图 1-9

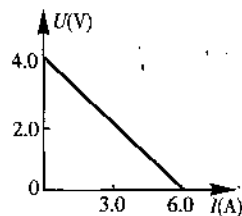


图 1-10

2. 图 1-10 是某实际电压源的外特性曲线, 则该电源的等效内阻等于\_\_\_\_\_。

3. 如图 1-11 所示,  $U_{AB}=125$  V, 则流过  $5\Omega$  电阻的电流等于\_\_\_\_\_。

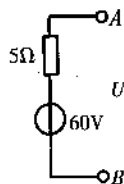


图 1-11

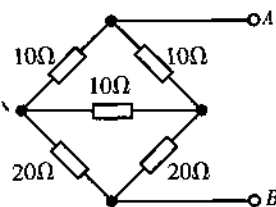


图 1-12

4. 图 1-12 入端电阻  $R_{AB} =$ \_\_\_\_\_。

5. 电阻是无记忆器件, 电感和电容是\_\_\_\_\_器件。

6. 某一非正弦电压  $U(t)=7+8\sin t-6\sin 2t$  (V), 则它的有效值等于\_\_\_\_\_。

7. 在 RC 电路中, 已知  $U_C(t)=40(1-e^{-2t})+1$  (V), 则暂态响应分量为\_\_\_\_\_。

8. 图 1-13 中, 开关闭合前已处于稳态, 则换路后瞬时的电

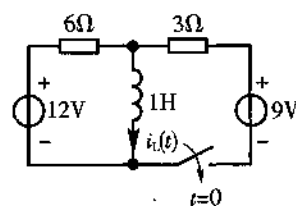


图 1-13



流  $i_L(0^+) =$  \_\_\_\_\_。

9. 磁路的基尔霍夫第一定律的数学表达式为 \_\_\_\_\_。
10. 非正弦周期电流  $i(t)$  的有效值定义为 \_\_\_\_\_。
11. 电压是用来衡量 \_\_\_\_\_。
12. 电流源不作用, 相当于 \_\_\_\_\_。
13. 电压控制电流源中的系数, 其单位为 \_\_\_\_\_。
14. 电路的  $P=1\text{ W}$ ,  $Q=1\text{ Var}$ , 其功率因数为 \_\_\_\_\_。
15. 电容元件的平均功率为 \_\_\_\_\_。
16. RLC 串联谐振电路的特性阻抗  $\rho =$  \_\_\_\_\_。
17. 三相对称电源中, 比 A 相超前  $120^\circ$  的相是 \_\_\_\_\_。
18.  $u(t) = -5\sqrt{2}\sin(100t + 30^\circ)\text{ V}$ , 其相量为 \_\_\_\_\_。
19. SI 制中, 磁感应强度  $B$  的单位是 \_\_\_\_\_。
20. 相对磁导率  $\mu_r$  的定义用公式表示为 \_\_\_\_\_。
21. 磁滞现象是指 \_\_\_\_\_。

### 三、简答题

1. 分析理想电路电源的外电阻越小, 端电压越低的原因。

2. 简述叠加定理的应用。

3. 简述戴维南定理。

### 四、计算题

1. 在图 1-14 中, 如用一电流表跨接在 A、B 两点之间, 求电流表的读数。

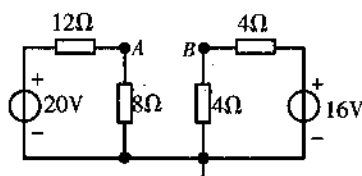


图 1-14

2. 将图 1-15 化简成戴维南电路, 即电压源串联一个电阻的电路。

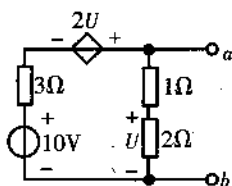


图 1-15