



华腾教育

HUA TENG EDUCATION

高等学校教材经典同步辅导丛书电学类(二)

配高教社《电工学》第六版 上册 秦曾煌 主编

电 工 学

第 六 版

上 册

电 工 技 术

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

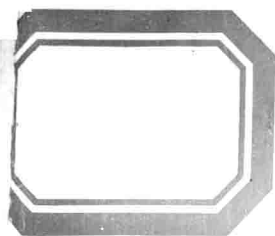
丛书主编 清华大学 何联毅

本书主编 清华大学 夏应龙

- ◆ 紧贴教材:学习点拨 知识归纳 精讲重点
- ◆ 课后习题:分析要点 精准解答 总结方法
- ◆ 应试必备:突出考点 经典试题 联系考研
- ◆ 网络增值:资料下载 海量试题 互动论坛

中国矿业大学出版社

最新版



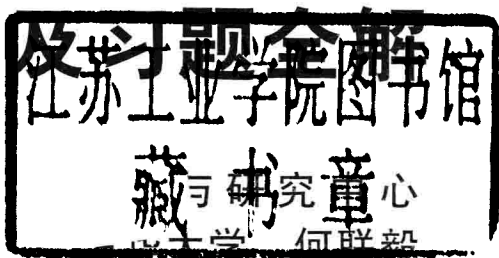
高等学校教材经典同步辅导丛书

电工学·电工技术

同步辅导及习题全解

华
丛

本书主编 清华大学 夏应龙



中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工学(上册)同步辅导及习题全解(电工技术)/夏应龙主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2006. 8
(高等学校教材经典同步辅导丛书)
ISBN 7 - 81107 - 399 - 4

I. 电… II. 夏… III. 电工学—高等学校—教学参考资料 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 086933 号

书 名 电工学(上册)同步辅导及习题全解(电工技术)
主 编 夏应龙
责任编辑 罗 浩
出版发行 中国矿业大学出版社
印 刷 北京市昌平百善印刷厂
经 销 新华书店
开 本 787×1092 1/16 本册印张 18 本册字数 353 千字
版次印次 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷
总 定 价 128.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

华腾教育教材研发中心
经典同步辅导丛书编委会

主 任：清 华 大 学 王 飞
副 主 任：清 华 大 学 夏应龙
 中国矿业大学 聂飞平

编 委(按姓氏笔画排序):

于志慧	王 焯	甘 露	师文玉
吕现杰	朱凤琴	刘胜志	刘淑红
严奇荣	李 丰	李凤军	李 冰
李 波	李炳颖	李 娜	李晓光
李晓炜	李雅平	李燕平	何联毅
邹绍荣	宋 波	张旭东	张守臣
张国良	张鹏林	张 慧	陈晓东
范亮宇	孟庆芬	唐亚楠	韩国生
韩艳美	曾 捷		

前言

PREFACE

《电工学》是理工科大学非电子专业的选修课程。为了帮助读者更好地学好这门课程,掌握更多知识,我们根据多年的教学经验编写了这本《电工学同步辅导及习题全解》。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性的特点。考虑到读者的不同情况,我们在内容上做了以下安排:

1. **知识点归纳:**总结每章的重要公式、定理及概念,归纳各个知识点之间的联系。
2. **练习与思考题解答:**对每章的思考题做了详细的分析。
3. **课后习题全解:**过程详细,题解过程前面给出解题分析,比较有代表性的题目后面有总结。

编写本书时,依据大学本科现行教材及教学大纲的要求,参考了清华大学、北京大学、同济大学、浙江大学、东南大学、人民大学、复旦大学等高等院校的教材,并结合教学大纲的要求进行编写。

我们衷心希望本书提供的内容能够对读者在掌握课程内容、提高解题能力上有所帮助。同时,由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

华腾教育教学与研究中心

目 录

CONTENTS

第 1 章 电路的基本概念与基本定律	1
知识点归纳	1
练习与思考题解答	4
<u>课后习题全解</u>	12
	云
第 2 章 电路的分析方法	24
知识点归纳	24
练习与思考题解答	31
课后习题全解	40
第 3 章 电路的暂态分析	67
知识点归纳	67
练习与思考题解答	74
课后习题全解	79
第 4 章 正弦交流电路	94
知识点归纳	94
练习与思考题解答	103
课后习题全解	118
第 5 章 三相电路	150
知识点归纳	150
练习与思考题解答	155
课后习题全解	157

第 6 章 磁场与铁心线圈电路	166
知识点归纳	166
练习与思考题解答	174
课后习题全解	178
第 7 章 交流电动机	186
知识点归纳	186
练习与思考题解答	193
课后习题全解	198
第 8 章 直流电动机	205
知识点归纳	205
练习与思考题解答	208
课后习题全解	210
第 9 章 控制电机	216
知识点归纳	216
课后习题全解	219
第 10 章 继电器接触器控制系统	224
知识点归纳	224
练习与思考题解答	226
课后习题全解	228
第 11 章 可编程控制器及其应用	239
知识点归纳	239
练习与思考题解答	244
课后习题全解	246
第 12 章 工业企业供电与安全用电	259
知识点归纳	259
课后习题全解	261
第 13 章 电工测量	262
知识点归纳	262
课后习题全解	266

第 1 章

电路的基本概念与基本定律

知识点归纳

一、电路的作用与组成部分

1. 电路

电流的通路称为电路,连续电流的通路必须是闭合的。

2. 组成

电路由电源、负载及中间环节三个部分组成。

3. 作用

- (1) 实现电能的传输和转换(在上册讨论);
- (2) 实现信号的传输和转换(在下册讨论)。

4. 电路的几个名词:支路、回路、结点

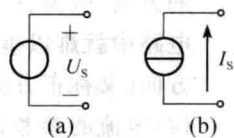


图 1-1

二、电路模型

用理想元件组成的电路。

1. 电源元件

(1) 理想电源

理想电压源内阻为 0,端电压恒定,输出电流由外电路决定,符号如图 1-1(a)所示;

理想电流源内阻为 ∞ ,输出电流恒定,端电压由外电路决定,符号如图 1-1(b)所示。

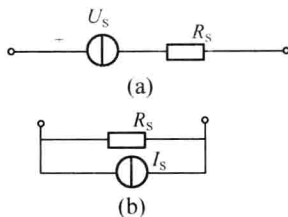


图 1-2

(2) 实际电源

电压源: U_s 与 R_s 串联, 如图 1-2(a) 所示;

电流源: I_s 与 R_s 并联, 如图 1-2(b) 所示;

受控源: 控制电路输入电阻和受控源输出电阻均为有限常数。

2. 负载元件

电阻元件 R (线性电阻, 非线性电阻), 电感元件 L (线性电感, 非线性电感), 电容元件 C (线性电容, 非线性电容)。

3. 中间环节

导线电阻为 0, 开关只有通、断两种状态, 电流表电阻 $R_A \approx 0$, 电压表电阻 $R_V \approx \infty$, 等等。

4. 电压和电流的参考方向

(1) 电流的实际方向: 正电荷运动的方向。

(2) 电压的实际方向: 电位降低的方向。

(3) 电动势的实际方向为电源内部由低电位端指向高电位端方向, 即电位升高的方向。电流、电压的实际方向在简单直流电路中容易判断, 但在较复杂的直流电路中就难以事先判断; 若电流交变, 则无法标出它的实际方向, 因此引出参考方向(又称正方向)。

(4) 电流的参考方向用“ $\rightarrow$ ”表示。

(5) 电压的参考方向(或极性)用“ $\rightarrow$ ”(或“+”、“-”)表示, 也可用双下标表示, 如 U_{ab} 表示参考方向是由 a 指向 b 。

电路中电流和电压的参考方向是任意指定的。在电路图中标出的电流、电压的方向一般都是参考方向。

三、欧姆定律

欧姆定律: 流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比, 即 $R = \frac{U}{I}$ 。

推广: 全电路欧姆定律 $I = \frac{E}{R_0 + R_{\text{外}}}$, R_0 为电源内阻, $R_{\text{外}}$ 为总的外阻, E 为电动势。



注意:①应用欧姆定律列式子时,首先要在电路图上标出电流、电压或电动势的参考方向,当电压和电流的参考方向选得相反时,表达式须带负号,如图 1-3 所示;

②在参考方向选定之后,电压和电流本身有正值或负值。

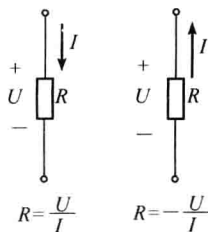


图 1-3

四、电源的有载工作、开路与短路

1. 有载工作状态

(1)电压与电流: $I = \frac{E}{R_0 + R}$, $U = RI$, $U = E - R_0 I$ 。

电源的外特性曲线:表示电源端电压 U 与输出电流 I 之间关系的曲线。

(2)功率平衡:电路中产生的功率等于吸收的功率,电路中保持功率平衡。

(3)电源与负载

电源: U 和 I 的实际方向相反,电流从“+”端流出,发出功率

负载: U 和 I 的实际方向相同,电流从“+”端流入,吸收功率

也可由 U 和 I 的参考方向来确定电源与负载,如果两者的参考方向选得一致时,则

电源: $P = UI$ (负值)

负载: $P = UI$ (正值)

如果 U 和 I 的参考方向选得相反时,则电源的功率为正值,负载的功率为负值;

(4)额定值与实际值

额定值是电气设备长期工作所允许的电压、电流及功率等的最大值,使用时的实际值不一定等于额定值。电压过高将造成绝缘材料击穿,电流和功率过大将造成设备内部发热而温度过高,以致烧坏。

2. 开路(空载)状态

电源端电压 $U = U_0 = E$, $I = 0$, $P = 0$ 。

3. 短路状态

电源端电压 $U = 0$, $I = I_s = \frac{E}{R_0}$, $P_E = \Delta P = R_0 I^2$, $P = 0$ 。

五、基尔霍夫定律

1. 基本概念

支路:电路中的每一分支。



支路电流:一条支路流过一个电流。

结点:电路中三条或三条以上的支路相连接的点。

回路:由一条或多条支路所组成的闭合电路。

2. 定律描述

(1)基尔霍夫电流定律(KCL):任意瞬时,流向某一结点的电流之和应该等于由该结点流出的电流之和。

注意:基尔霍夫电流定律通常应用于结点,也可以推广应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。

(2)基尔霍夫电压定律(KVL):沿任意回路循行一周,电位升之和等于电位降之和。

注意:基尔霍夫电压定律除应用于闭合回路外,也可以推广应用于回路的部分电路。

利用 KCL 与 KVL 解题时,必须先标定电流或电压的参考方向。

六、电路中电位的概念及计算

1. 电位

电路中某点电位等于该点与参考点(零电位点)之间的电压。

2. 计算方法

电路中某点电位可通过求该点与参考点之间的电压来获得。

注意:参考点不同,电位值不同。电位高低是相对的,但两点电压值是绝对的。



练习与思考题解答

1.3.1 在图 1-4(a)中, $U_{ab} = -5\text{ V}$, 试问 a, b 两点哪点电位高?

解 用双下标表示电压参考方向时规定第 1 下标指向第 2 下标,故 U_{ab} 的参考方向为 a 指向 b,而 $U_{ab} < 0$, 实际方向同参考方向相反,即电压实际方向为 b 指向 a,故 b 点电位高于 a 点电位。

1.3.2 在图 1-4(b)中, $U_1 = -6\text{ V}$, $U_2 = 4\text{ V}$, 试问 U_{ab} 等于多少伏?

解 在两元件之间设点 c, 如图 1-4(c)所示, 则

$$U_{ab} = U_{ac} + U_{cb} = U_1 - U_2 = (-6 - 4)\text{ V} = -10\text{ V}$$

1.3.3 U_{ab} 是否表示 a 端的电位高于 b 端的电位?

解 不一定。 U_{ab} 的参考方向为 a 指向 b, 当 $U_{ab} > 0$ 时, 实际方向同参考方向一致, a

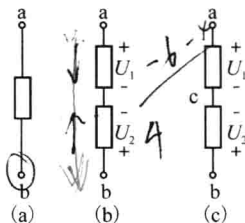


图 1-4



端电位高于 b 端电位;当 $U_{ab} < 0$ 时,实际方向同参考方向相反,为 b 指向 a, b 端电位高于 a 端电位,因此 U_{ab} 不一定表示 a 端电位高于 b 端电位。

1.4.1 $2\text{k}\Omega$ 的电阻中通过 2mA 的电流,试问电阻两端的电压是多少?

解 由欧姆定律,电阻两端电压 $U = RI = (2 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3})\text{V} = 4\text{V}$ 。

注意: 单位用伏特(V)、欧姆(Ω)、安培(A)。

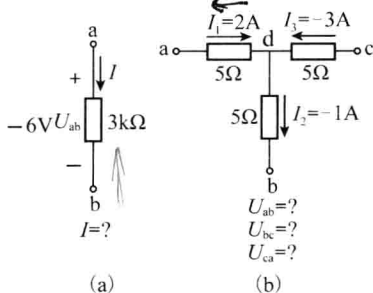


图 1-5

1.4.2 计算图 1-5 中的两题。

解 (a) U_{ab} 和 I 参考方向一致,故

$$I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{-6}{3 \times 10^3} \text{mA} = -2 \text{mA}$$

$I < 0$, 表明 I 的实际方向同参考方向相反。

(b) 设三个元件的联接点为 d, 则

$$U_{ab} = U_{ad} + U_{db} = 5I_1 + 5I_2 = [5 \times 2 + 5 \times (-1)] \text{V} = 5 \text{V}$$

$$U_{bc} = U_{bd} + U_{dc} = -5I_2 - 5I_3 = [-5 \times (-1) - 5 \times (-3)] \text{V} = 20 \text{V}$$

$$U_{ca} = U_{cd} + U_{da} = [5I_3 - 5I_1 = 5 \times (-3) - 5 \times 2] \text{V} = -25 \text{V}$$

1.4.3 试计算图 1-6 所示电路在开关 S 闭合与断开两种情况下的电压 U_{ab} 和 U_{cd} 。

解 S 闭合时, a、b 两点被导线短路, 故 $U_{ab} = 0$ 。设 5.5Ω 电阻上电流 I 从上指向下。

$$I = \frac{6}{0.5 + 5.5} \text{A} = 1 \text{A}$$

$$U_{cd} = 5.5I = (5.5 \times 1) \text{V} = 5.5 \text{V}$$

S 断开时 $I = 0$, 故 $U_{ab} = 6\text{V}$, $U_{cd} = 5.5I = (5.5 \times 0) \text{V} = 0\text{V}$

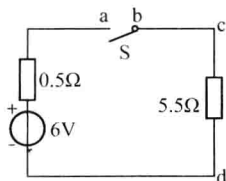


图 1-6

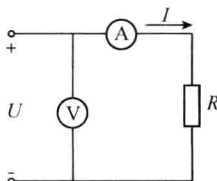


图 1-7



- 1.4.4 为了测量某直流电机励磁线圈的电阻 R , 采用了图 1-7 所示的“伏安法”。电压表读数为 220 V, 电流表读数为 0.7 A, 试求线圈的电阻。如果在实验时有人误将电流表当作电压表, 并联在电源上, 其后果如何? 已知电流表的量程为 1A, 内阻 R_0 为 0.4Ω 。

解 线圈电阻

$$R = \frac{U}{I_A} - R_0 = \left(\frac{220}{0.7} - 0.4 \right) \Omega = 313.9 \Omega$$

若将电流表并联在 220 V 电源上, 则通过电流表的电流

$$I'_A = \frac{U}{R_0} = \frac{220}{0.4} \text{ A} = 550 \text{ A}$$

电流表中螺旋弹簧被烧毁, 电流表损坏。

- 1.5.1 在图 1-8 所示的电路中, (1) 试求开关 S 闭合前后电路中的电流 I_1 , I_2 , I 及电源的端电压 U ; 当 S 闭合时, I_1 是否被分去一些? (2) 如果电源的内阻 R_0 不

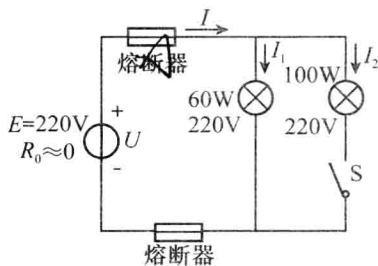


图 1-8

能忽略不计, 则闭合 S 时, 60 W 电灯中的电流是否有所变动? (3) 计算 60 W 和 100 W 电灯在 220 V 电压下工作时的电阻, 哪个的电阻大? (4) 100 W 的电灯每秒钟消耗多少电能? (5) 设电源的额定功率为 125 kW, 端电压为 220 V, 当只接上一个 220 V 60 W 的电灯时, 电灯会不会被烧毁? (6) 电流流过电灯后, 会不会减少一点? (7) 如果由于接线不慎, 100 W 电灯的两线碰触(短路), 当闭合 S 时, 后果如何? 100 W 电灯的灯丝是否被烧断?

- 解 (1) 开关 S 闭合前, 由于电源内阻 $R_0 \approx 0$, 故电源端电压 $U \approx E = 220 \text{ V}$, 60 W 灯处在 220 V 额定电压下,

$$I = I_1 = \frac{P_{N1}}{U_N} = \frac{60}{220} \text{ A} \approx 0.273 \text{ A}$$

而 100 W 灯未接通电源, $I_2 = 0$, 此时, $I = I_1 = 0.273 \text{ A}$ 。

S 闭合时, 60 W 灯仍处于 220 V 额定电压下, 端电压不变, 电流 I_1 不变, 即 I_1 未被分流。

(2) 若考虑电源内阻 R_0 , 则电源端电压 $U = E - R_0 I$ 。S 闭合前 U 小于 220 V, S 闭合时, 总电流 I 增大(比 S 未闭合时), U 随之减小(比 S 未闭合时), U 更小于



220 V,使 60 W 电灯的端电压更小,故电流 I_1 也减小(比 S 未闭合时)。

(3)在额定电压 220 V 下,电灯消耗的功率为额定功率,故 60 W 和 100 W 的电灯电阻 R_1 和 R_2 分别为

$$R_1 = \frac{U_N^2}{P_{N_1}} = \frac{220^2}{60} \Omega = 807 \Omega$$

$$R_2 = \frac{U_N^2}{P_{N_2}} = \frac{220^2}{100} \Omega = 484 \Omega$$

60 W 电灯的电阻大,负载并联时,功率越大,电阻越小。

(4)100 W 的电灯每秒消耗电能

$$\begin{aligned} W &= Pt = (100 \times 1) \text{ J} = 100 \text{ J} \\ &= 27.8 \times 10^{-6} \text{ kW} \cdot \text{h} \end{aligned}$$

(5)在一定电压下电源输出的功率和电流取决于负载的大小。电灯作为负载,所消耗的功率取决于其端电压和电阻值,端电压为额定电压 220 V 时,220 V 60 W 的电灯消耗的功率为 60 W,电灯不会被烧毁。

(6)由于电流的连续性,电路中任何一点均不能堆积电荷,故电流流过电灯后,不会有任何减少。

(7)100 W 电灯的两线碰触,闭合 S 后,电源被短路, I 很大,熔断器熔丝被烧断,起短路保护作用。电源断开后,60 W 电灯熄灭。100 W 电灯灯丝因无电流流过,故不会被烧断。

1.5.2 额定电流为 100 A 的发电机,只接了 60 A 的照明负载,还有电流 40 A 流到哪里去了?

解 发电机的额定电流为 100 A,但实际电流取决于负载,负载需要 60 A,发电机就发出 60 A,还有 40 A 不必发出。

1.5.3 额定值为 1 W 100 Ω 的碳膜电阻,在使用时电流和电压不得超过多大数值?

解 已知电阻额定功率 P_N 为 1 W,电阻 100 Ω 时可求额定电流 I_N 和额定电压 U_N

$$I_N = \sqrt{\frac{P_N}{R}} = \sqrt{\frac{1}{100}} \text{ A} = 0.1 \text{ A}$$

$$U_N = \sqrt{P_N R} = \sqrt{1 \times 100} \text{ V} = 10 \text{ V}$$

使用时电流和电压分别不能超过 0.1 A 和 10 V。

1.5.4 在图 1-9 中,方框代表电源或负载。已知 $U=220 \text{ V}$, $I=-1 \text{ A}$,试问哪些方框是电源,哪些是负载?

解 已知元件端电压和电流,判断其为电源还是负载,常用的方法是用 $P=\pm UI$ (元件上 U 和 I 参考方向一致时取“+”,不一致时取“-”),若 $P>0$,则元件为负载;若 $P<0$,则元件为电源。

对图 1-9(a): $P=UI=[220 \times (-1)] \text{ W} = -220 \text{ W} < 0$ 元件为电源



对图 1-9(b): $P = -UI = -220 \times (-1) = 220 \text{ W} > 0$

元件为负载

对图 1-9(c): $P = -UI = -220 \times (-1) = 220 \text{ W} > 0$

元件为负载

对图 1-9(d): $P = UI = 220 \times (-1) = -220 \text{ W} < 0$

元件为电源

注意 上面式中 U, I 为参考电压和参考电流, 因此它们的值可能有正有负。

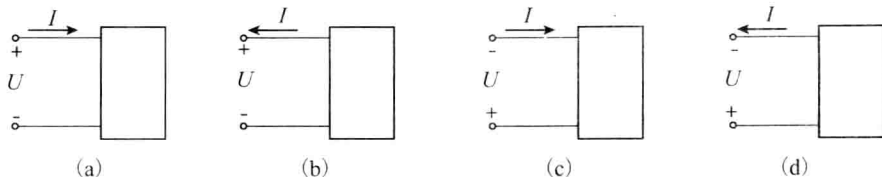


图 1-9

1.5.5 图 1-10(a) 是一电池电路, 当 $U = 3 \text{ V}$, $E = 5 \text{ V}$ 时, 该电池作电源(供电)还是作负载(充电)用? 图 1-10(b) 也是一电池电路, 当 $U = 5 \text{ V}$, $E = 3 \text{ V}$ 时, 则又如何?

解 对图 1-10(a) 所示电路

$$U = E + 2I$$

$$I = \frac{U - E}{2} = \frac{3 - 5}{2} \text{ A} = -1 \text{ A}$$

$$P = UI = 3 \times (-1) = -3 \text{ W} < 0$$

故该电池作电源(供电)用。

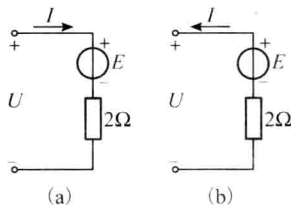


图 1-10

对图 1-10(b) 所示电路

$$U = E - 2I$$

$$I = \frac{E - U}{2} = \frac{3 - 5}{2} \text{ A} = -1 \text{ A}$$

$$P = -UI = [-3 \times (-1)] \text{ W} = 3 \text{ W} > 0$$

故该电池作负载(充电)用。

1.5.6 有一台直流发电机, 其铭牌上标有 40 kW 230 V 174 A 。试问什么是发电机的空载运行、轻载运行、满载运行和过载运行? 负载的大小, 一般指什么而言?



解 直流发电机铭牌所标为额定值,即额定功率 $P_N = 40 \text{ kW}$ 、额定电压 $U_N = 230 \text{ V}$ 、额定电流 $I_N = 174 \text{ A}$ 。发电机空载运行指其输出端未接负载, $I = 0, P = 0$,空载时端电压 $U = E - R_0 I = E$,而 $U_N = E - R_0 I_N$,故 U 大于 U_N 。发电机轻载运行指其输出端接负载后, $I < I_N, P < P_N$,此时 $U = E - R_0 I$, U 略大于 U_N 。发电机满载运行指其输出端接负载后, $I = I_N, P = P_N$,此时 $U = E - R_0 I_N = U_N$,当 $I > I_N$ 时发电机为过载运行,在允许过载范围内, $P > P_N$ 。

负载的大小一般指发电机实际输出的电流大小或功率大小。

1.5.7 一个电热器从 220 V 的电源取用的功率为 $1\,000 \text{ W}$,如将它接到 110 V 的电源上,则取用的功率为多少?

解 电热器的电阻 R 不随端电压而变,故 $R = \frac{U^2}{P} = \frac{U'^2}{P'}$ 。接 110 V 电源时功率

$$P' = \frac{U'^2}{U^2} P = \left(\frac{110}{220} \right)^2 \times 1\,000 = 250 \text{ W}$$

可见功率与电压平方成正比,电压下降二分之一,功率下降为原先的四分之一。

1.5.8 根据日常观察,电灯在深夜要比黄昏时亮一些。为什么?

解 黄昏时用电量较大,电源的并联负载较多,负载电流大,在线路等效电阻上产生的损耗压降就大。当发电机输出电压一定时,用户端实际获得的电压就要降低,因此电灯要暗一些,而深夜时,用电量小,即负载电流小,线路上的损耗降低,因此用户的实际电压比黄昏时要高,电灯就会比较亮。

1.6.1 在图 1-11 中,如 I_A, I_B, I_C 的参考方向如图中所设,这三个电流有无可能都是正值?

解 虚线所围封闭面可看为一个广义结点,由基尔霍夫电流定律, $I_A + I_B + I_C = 0$,这三个电流不可能都是正值。图中的电流方向仅为参考方向。

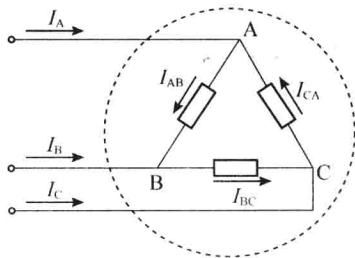


图 1-11

1.6.2 求图 1-12 中电流 I_5 的数值,已知 $I_1 = 4 \text{ A}, I_2 = -2 \text{ A}, I_3 = 1 \text{ A}, I_4 = -3 \text{ A}$ 。

解 画一个包围 5 个元件的封闭面如图,由基尔霍夫电流定律

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 + I_5 = 0$$

故

$$I_5 = -I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$



$$= [-4 + (-2) + 1 + (-3)] \text{ A} = -8 \text{ A}$$

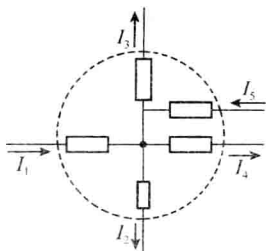


图 1-12

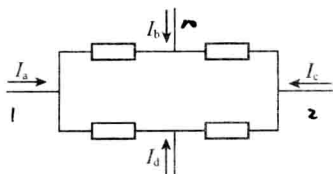


图 1-13

1.6.3 在图 1-13 中, 已知 $I_a = 1 \text{ mA}$, $I_b = 10 \text{ mA}$, $I_c = 2 \text{ mA}$, 求电流 I_d 。

解 画一个包围 4 个元件且同 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_d 4 条支路相交的封闭面, 由基尔霍夫电流定律

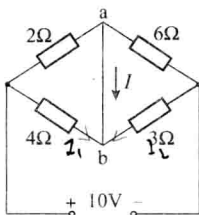
$$I_a + I_b + I_c + I_d = 0$$

故

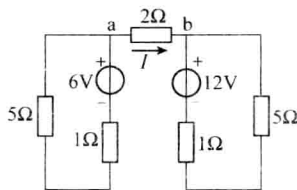
$$I_d = -I_a - I_b - I_c = (-1 - 10 - 2) \text{ mA} = -13 \text{ mA}$$

1.6.4 在图 1-14 所示的两个电路中, 各有多少支路和结点? U_{ab} 和 I 是否等于零?

如将图 1-14(a) 中右下臂的 6Ω 改为 3Ω , 则又如何?



(a)



(b)

图 1-14

解 图 1-14(a) 中电路有 6 条支路 4 个结点。由于 a 和 b 结点被短路, 故 $U_{ab} = 0$ 。设 4Ω 电阻中电流 I_1 流向 b, 3Ω 电阻中电流 I_2 也流向 b, 则对 b 结点, 由基尔霍夫电流定律

$$I_1 + I + I_2 = 0$$

而

$$I_1 = \left[\frac{10}{\frac{4 \times 2}{4+2} + \frac{6 \times 3}{6+3}} \cdot \frac{4 \times 2}{4+2} \cdot \frac{1}{4} \right] \text{ A} = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = \left[\frac{-10}{\frac{4 \times 2}{4+2} + \frac{6 \times 3}{6+3}} \cdot \frac{6 \times 3}{6+3} \cdot \frac{1}{3} \right] \text{ A} = -2 \text{ A}$$

故

$$I = -I_1 - I_2 = [-1 - (-2)] \text{ A} = 1 \text{ A}$$

图 1-14(b) 中电路, 可认为 6 V 理想电压源串 1Ω 电阻为一条支路, 12 V 理想电