

秦曾煌 主编《电工学电工技术》

(第六版) 同步辅导

大学课程辅导丛书

电工学 电工技术 (第六版)

全程辅导

主编 / 韩 朝

编写 / 九章系列课题组

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

大学课程辅导丛书

电 工 学

(第六版)

电工技术全程辅导

主编 韩 朝

编写 九章系列课题组

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是高等学校电工学课程的教学辅导书。全书由重点内容提要、经典考题分析、练习与思考题解答、课后习题全解等部分组成,旨在帮助读者掌握课程内容的重点、难点和疑点,提高分析能力、解题能力。本书可供使用由高等教育出版社出版、秦曾煌主编《电工学(上册)·电工技术》的教师和学生参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工学(第六版)电工技术全程辅导 / 韩朝主编;九章系列课题组编写. —北京:北京理工大学出版社,2005.5

(大学课程辅导丛书)

ISBN 7-5640-0524-6

I. 电… II. ①韩…②九… III. ①电工学-高等学校-教学参考资料②电工技术-高等学校-教学参考资料 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 037950 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

地 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京顺天意印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 22.5

字 数 / 414 千字

版 次 / 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 23.80 元

责任校对 / 郑兴玉

责任印制 / 刘京凤

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是为了配合秦曾煌先生主编的普通高等教育“十五”国家级规划教材《电工学(上册)·电工技术》(第六版)而编写的。其内容包括:“重点内容提要、经典考题分析、练习与思考题解答、课后习题全解”四个部分。本书中的经典考题均出自各大理工院校的期末考试题和考研试题中较为基础的题目,能给学生应考带来一定参考价值。该书从分析习题的电路模型、条件与结论之间的关系入手,建立清晰的电路脉络,理清解题思路,使学生能够掌握分析方法和解题方法,并能在解题过程中灵活运用。

本书的主要特点有:

1. **知识点窍:**运用公式、定理及定义点明知识点。
2. **逻辑推理:**阐述习题解题过程的精髓。
3. **解题过程:**概念清晰、步骤完整、数据准确、附图齐全。

“知识点窍”和“逻辑推理”是本书的精华所在,把“知识点窍”、“逻辑推理”、“解题过程”串起来,做到融会贯通,巩固所学,达到举一反三的效果。这种方法是由多位著名教授根据对学生答题弱点的分析而研究出来的一种新型拓展思路的解题方法。“知识点窍”提纲挈领地抓住了题目核心知识,让学生清楚地了解出题者的意图,而“逻辑推理”则注重引导学生思维,旨在培养学生科学的思维方法,掌握答题的思维技巧。为方便读者使用,书中各章节次序和习题编号均与原教材一致,“*”的意义与原教材相同。本书在编写过程中,参考了中国建材工业出版社出版的《电工学·电工技术(第五版)全程辅导(上册)》一书,并借鉴了书中部分插图,在此深表感谢。

由于编者水平有限及编写时间仓促,不妥之处在所难免,希望广大读者不吝批评、指正。

编 者
2005 年 1 月

目 录

第1章 电路的基本概念与基本定律	(1)
1.1 重点内容提要	(1)
1.2 经典考题分析	(4)
1.3 练习与思考题解答	(7)
1.4 课后习题全解	(19)
第2章 电路的分析方法	(34)
2.1 重点内容提要	(34)
2.2 经典考题分析	(40)
2.3 练习与思考题解答	(46)
2.4 课后习题全解	(59)
第3章 电路的暂态分析	(99)
3.1 重点内容提要	(99)
3.2 经典考题分析	(103)
3.3 练习与思考题解答	(114)
3.4 课后习题全解	(121)
第4章 正弦交流电路	(138)
4.1 重点内容提要	(138)
4.2 经典考题分析	(145)
4.3 练习与思考题解答	(153)
4.4 课后习题全解	(172)
第5章 三相电路	(206)
5.1 重点内容提要	(206)
5.2 经典考题分析	(210)
5.3 练习与思考题解答	(215)
5.4 课后习题全解	(218)
第6章 磁路与铁心线圈电路	(230)
6.1 重点内容提要	(230)

6.2	经典考题分析	(236)
6.3	练习与思考题解答	(241)
6.4	课后习题全解	(246)
第7章	交流电动机	(255)
7.1	重点内容提要	(255)
7.2	经典考题分析	(260)
7.3	练习与思考题解答	(262)
7.4	课后习题全解	(268)
[△] 第8章	直流电动机	(277)
8.1	重点内容提要	(277)
8.2	经典考题分析	(280)
8.3	练习与思考题解答	(284)
8.4	课后习题全解	(285)
第9章	控制电机	(293)
9.1	重点内容提要	(293)
9.2	课后习题全解	(295)
第10章	继电器接触器控制系统	(300)
10.1	重点内容提要	(300)
10.2	经典考题分析	(302)
10.3	练习与思考题解答	(305)
10.4	课后习题全解	(306)
第11章	可编程控制器及其应用	(316)
11.1	重点内容提要	(316)
11.2	经典考题分析	(321)
11.3	练习与思考题解答	(326)
11.4	课后习题全解	(328)
第12章	工业企业供电与安全用电	(339)
12.1	重点内容提要	(339)
12.2	课后习题全解	(340)
第13章	电工测量	(342)
13.1	重点内容提要	(342)
13.2	课后习题全解	(345)

第1章 电路的基本概念与基本定律

本章是电工技术全课程的基础,应深入理解,熟练掌握。

1.1 重点内容提要

1.1.1 电路的基本概念

1. 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、负载及中间环节三部分组成。

(3) 作用:实现电能的传输和转换。

2. 电路的基本物理量及电压和电流的参考方向

(1) 电流 I :表示电荷移动的物理量,方向为正电荷移动的方向,单位:A, mA, μ A。

恒定电流(直流): $I = \frac{Q}{t}$,大小及方向不变。

交变电流(交流): $i = \frac{dq}{dt}$,大小及方向均随时间变化。

(2) 电压 U :电场中两点间电位之差或电场力移动单位正电荷由一点到另一点所作的功。

电压符号: U (直流)或 u (交流)。

单位:V, mV, kV。

方向或极性:由高电位指向低电位,即“+”→“-”。

(3) 电动势 E 或源电压 U_s :外力移动单位正电荷由低电位点移动到高电位点所作的功。方向与实际方向相反(低电位指向高电位)。

(4) 功率 P :单位时间内所做的功。

单位:J/s, mW, W, kW, MW。

(5) 正方向:电流、电压均有规定的方向,称为实际方向。当电路中电流、电压为未知数时可选定一个方向为“正方向”。当选定的正方向与实际方向一致,计算结果数值为正,否则为负。

3. 电路的模型

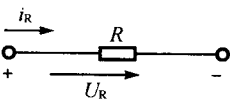
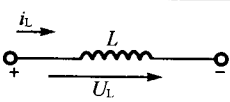
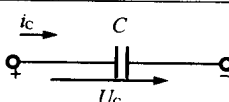
由理想元件组成的电路。各元件及其性质如表 1.1 所示。

(1) 电源元件:电压源 (U_s, R_0), 电流源 (I_s, R_0), 受控电源。

(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 。

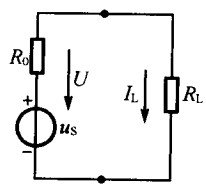
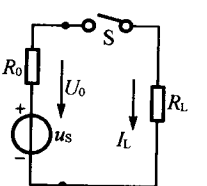
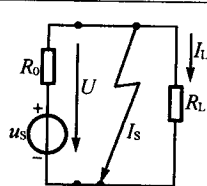
(3) 中间环节:开关 (只有通、断两种状态), 电压表 ($R_v = \infty$), 电流表 ($R_A = 0$), 等等。

表 1.1

元件 性质	电阻 R/Ω	电感 L/H	电容 C/F
电路符号			
参数意义	$R = \frac{U_R}{i_R}$ $= \rho \frac{l}{S}$	$L = \frac{N\Phi}{i_R}$ $= \frac{\mu SN^2}{l}$	$C = \frac{Q}{U_C}$ $= \frac{\epsilon S}{d}$
电流 - 电压关系式	$U_R = i_R R$	$U_L = L \frac{di_L}{dt}$	$i_C = C \frac{dU_C}{dt}$
能量关系	消耗电能 $W = U_R \cdot i_R t$	储存磁场能 $W = \frac{1}{2} Li_L^2$	储存电场能 $W = \frac{1}{2} CU_C^2$
直流稳态下 的特点	欧姆定律	短路	开路

4. 电源有载工作, 开路与短路

表 1.2

工作状态	有载状态	空载 (开路)	短路
电路图			
负载电阻	R_L	∞	0

续表

电流	$I_L = \frac{U_S}{R_0 + R_L}$	$I_L = 0$	$I_S = \frac{U_S}{R_0}$ 很大 $I_L = 0$
电源输出功率	$P_S = U_S I_L$	$P_S = 0$	$P_S = U_S I_S$ 很大
负载消耗功率	$P_L = U I_L = I_L^2 R_L$ $= U^2 / R_L$	$P_L = 0$	$P_L = 0$
电源端电压	$U = U_S - I_L R_0$	$U_0 = U_S$	$U = 0$
电源内阻上功耗	$P_{R_0} = I_L^2 R_0$	$P_{R_0} = 0$	$P_{R_0} = I_S^2 R_0$ 很大
平衡关系	$P_S = P_L + P_{R_0}$	$P_S = P_L + P_{R_0} = 0$	$P_S = P_{R_0}$ 烧坏电源

5. 欧姆定律

定律:电阻上的电流与电压成正比,即 $R = \frac{U}{I}$ 。

推广:全电路欧姆定律:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + R_{\text{外}}}, R_0 \text{ 为电源内阻, } R_{\text{外}} \text{ 为总的外阻, } \mathcal{E} \text{ 为电动势。}$$

6. 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,须注意的是: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。

1.1.2 基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律

(1) 概念:支路,结点。

(2) 定律:流入结点的电流之和等于流出结点的电流之和。

$$\text{即 } \sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}, \text{ 或 } \sum I = 0$$

(3) 广义结点电流定律:对于一个封闭曲面包围的部分电路而言,流入电流之和等于流出电流之和。

2. 基尔霍夫电压定律

(1) 概念:回路及其循行方向。

(2) 定律:沿闭合回路循环一周,电位升之和等于电位降之和。

即 $\sum E = \sum (IR)$ 。

(3) 符号:参考方向与循行方向一致的电动势取正,反之取负;参考方向与循行方向一致的电流在电阻上产生的电压降取正,反之取负。

若电动势 E 用源电压 U_s 表示,则可写成 $\sum U = 0$,此时凡源电压参考方向与循行方向一致都取负号,而相反则取正号。

考点:欧姆定律、基尔霍夫电压定律和基尔霍夫电流定律的应用。

1.2 经典考题分析

1.2.1 试分别求图 1.1 中所示两电路中恒压源与恒流源所发出的功率,并判断它们是电源还是负载。

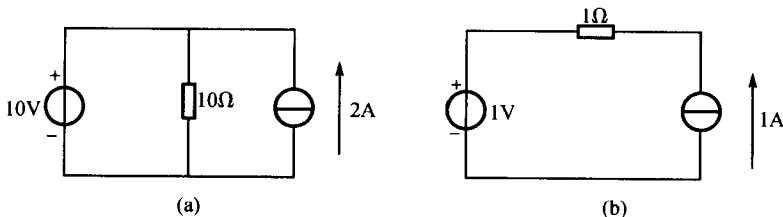


图 1.1

【知识点窍】 电压、电流关联。

【逻辑推理】 判断负载还是电源,可以由电压、电流方向是否关联,即由方向是否一致来确定;也可以利用功率的正负而定,正为吸收功率,故为负载,反之为电源。

解: (a) 2A 电源中,电压方向与电流方向不关联,故为电源。

10Ω 电阻中,电流

$$I_R = \frac{10}{10} = 1\text{A}$$

由 KCL 定律,10V 电压源中,电流为 $I_V = I_S - I_R = 2 - 1 = 1\text{A}$,且方向向下,故电压、电流关联,为负载,或者,由功率法,2A 电流源功率

$$P_A = UI = -10\text{V} \times 2\text{A} = -20\text{W} < 0 \quad \text{电源}$$

$R = 10\Omega$ 消耗功率

$$P_R = U^2/R = \frac{100}{10} = 10\text{W} > 0 \quad \text{负载}$$

10V 电压源功率

$$P_V = -(P_A + P_R) = 10\text{W} > 0 \quad \text{负载}$$

(b) 1V 电压源上, 电压、电流方向关联, 故为负载。因此, 1A 电流源为电源或者, 由功率法, 1V 电压源上功率:

$$P_V = UI = 1 \times 1 = 1\text{W} > 0 \quad \text{负载}$$

$$R = 1\Omega \text{ 电阻上功率: } P_R = I^2 R = 1 \times 1 = 1\text{W} > 0 \quad \text{负载}$$

$$1\text{A 电流源上功率: } P_A = -(P_V + P_R) = -2\text{W} < 0 \quad \text{电源}$$

1.2.2 图 1.2 中, 安培表示数为 10A, 求电压 U 。

【知识点窍】 KCL 定律。

【逻辑推理】 先求各支路电流, 由 KCL 定律求出未知支路的电流, 然后求出电压。

解: 各支路上的参考方向如图,

$$6\Omega \text{ 电阻上电流: } I_2 = \frac{24}{6} = 4\text{A}$$

$$10\Omega \text{ 电阻上电流: } I_3 = \frac{20}{10} = 2\text{A}$$

$$10\text{A 电流源中电流: } I_1 = 10\text{A}$$

$$\text{由 KCL 定律 } I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0, \text{ 则 } I_4 = -(I_1 + I_2 + I_3) = -16\text{A}$$

$$\text{于是, 由欧姆定律 } U = I_4 R = (-16) \times 3 = -48\text{V}$$

1.2.3 图 1.3 所示是一个部分电路, a 点悬空, 求 a, b, c 各点的电位。

【知识点窍】 KVL 定律。

【逻辑推理】 用 KVL 定理, 逐点求电压。

解: 1A 电流源和 10Ω 电阻组成回路, 故

$$U_c = 1 \times 10 = 10\text{V}$$

bc 之间二条支路组成回路, 因此

$$U_{bc} = \frac{4}{4+2} \times 3 = \frac{2}{3} \times 3 = 2\text{V}$$

$$\text{故 } V_b = U_{bc} + V_c = 12\text{V}$$

ab 间仅一支路故无回路, 则 $U_{ab} = -5\text{V}$, 则

$$V_a = U_{ab} + V_b = -5 + 12 = 7\text{V}$$

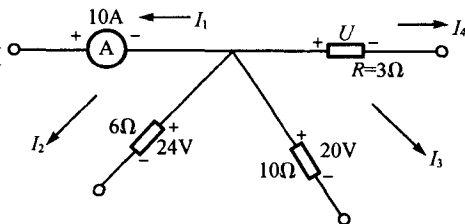


图 1.2

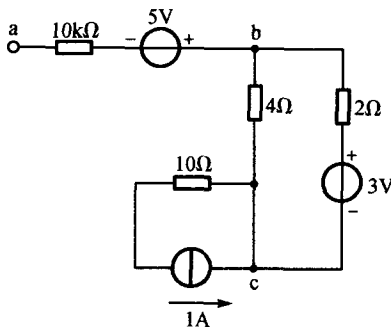


图 1.3

1.2.4 如图 1.4 所示, 求 (a) $U_{cb}, U_{cf}, U_{eb}, U_{bc}$;

(b) $U, -5\text{V}$ 电压源功率。

【知识点窍】 KCL 定律。

【逻辑推理】 先求各支路电流, 由 KCL 定律求出未知支路的电流, 然后求出

电压。

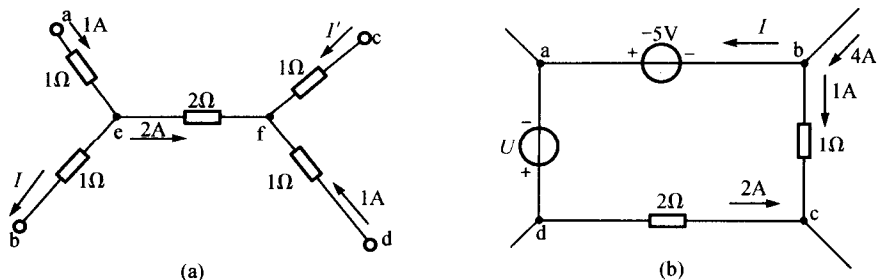


图 1.4

解: (a) 对 e 点由 KCL 定律:

$$I = -(2A - 1A) = -1A$$

对 f 点, 则 $I' = -(2A + 1A) = -3A$

由欧姆定律: $U_{cf} = I' \times 1 = -3V$

$$U_{fe} = -2 \times 2 = -4V$$

$$U_{eb} = -1 \times 1 = -1V$$

$$U_{df} = 1 \times 1 = 1V$$

$$U_{ae} = 1 \times 1 = 1V$$

于是

$$U_{cb} = U_{cf} + U_{fe} + U_{eb} = -3 - 4 - 1 = -8V$$

$$U_{cf} = -3V$$

$$U_{eb} = -1V$$

$$U_{bc} = -U_{cb} = 8V$$

(b) 对 b 点, 由 KCL 定律: $I = 4 - 1 = 3A$

由 KVL 定律

$$U = U_{ad} = U_{ab} + U_{bc} + U_{cd}$$

$$= -5 + 1 \times 1 - 2 \times 2$$

$$= -5 + 1 - 4$$

$$= -8V$$

-5V 电压源功率: $P = UI = 5 \times 3 = 15W > 0$, 为负载

1.2.5 试求图 1.5 所示电路中 a 点的电位。

【知识点窍】 KCL 定律及电位的概念。

【逻辑推理】 由 KCL 定律求出回路电流, 然后得到 U_{ab} , 再由电位的相关知识得得 U_a 。

解: 选 o 为参考点即 $V_o = 0V$, 由于 4Ω 电阻没有同其它支路构成回路, 故流过 4Ω 电阻的电流为零, 设流过 2Ω 电阻的电流 I 参考方向从右向左, 则由 KCL 定律:

$$I = \frac{3}{1+2} = 1A$$

故 $U_{ab} = -3 + 2 \times 1 = -1V$

所以 $V_a = V_b + U_{ab} = 6 + (-1) = 5V$

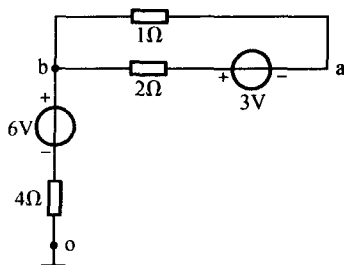


图 1.5

1.3 练习与思考题解答

1.3.1 在图 1.6(a) 中, $U_{ab} = -5V$, 试问 a, b 两点哪点电位高?

解: U_{ab} 是指 a, b 两点间的参考方向为 a “+”, b “-”。但题中给出 $U_{ab} = -5V < 0$, 即 a, b 两点间电压的实际方向是 a 点“-”, b 点“+”, 即 b 点电位高, a 点电位低。

1.3.2 在图 1.6(b) 中, $U_1 = -6V, U_2 = 4V$, 试问 U_{ab} 等于多少伏?

解: 按图中给定的参考方向计算有

$$U_{ab} = U_1 - U_2 = -6 - 4 = -10V$$

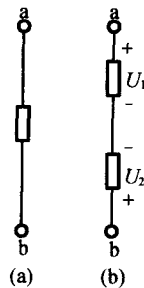


图 1.6

1.3.3 U_{ab} 是否表示 a 端的电位高于 b 端的电位?

【知识点窍】 参考电压与实际电压。

【逻辑推理】 本题目的是分辨参考电压方向与实际电压方向的区别。

解: U_{ab} 只表示 a 端电位参考极性高于 b 端电位参考极性。实际两点电位哪点高, 要看是 $U_{ab} > 0$, 还是 $U_{ab} < 0$, 若 $U_{ab} > 0$, 则 a 端电位高于 b 端电位, 反之亦然。

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

【知识点窍】 欧姆定律。

【逻辑推理】 本题目的是学习和掌握欧姆定律 $U = \pm IR$ 。

解: 根据欧姆定律, $R = 2k\Omega, I = 2mA$, 则电阻两端电压为

$$U = IR = 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 = 4V$$

电压方向与电流方向一致。

1.4.2 计算图 1.7 中的两题。

【知识点窍】 欧姆定律, 基尔霍夫电压定律。

【逻辑推理】 (a) 中 U_{ab} 和 I 和方向一致, 为电阻上电压的参考方向和实际方向相

反,所以欧姆定律中 $U = +IR$ 。

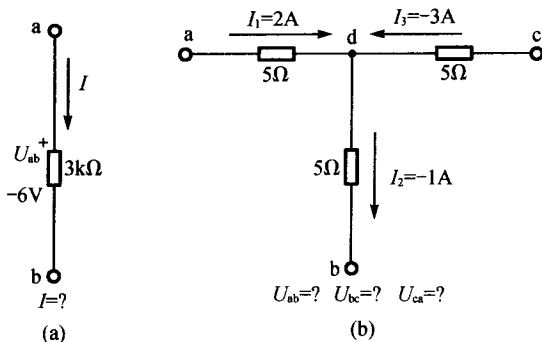


图 1.7

(b) 中, U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} 的参考方向为 $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, $c \rightarrow a$ 。

结点 d 为公共结点。

解: (a) 根据欧姆定律

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

表明电流参考方向与实际方向相反。

(b) 根据欧姆定律及两点间电压的概念有

$$\begin{aligned} U_{ab} &= U_{ad} + U_{db} = I_1 \times 5 + I_2 \times 5 \\ &= 2 \times 5 + (-1) \times 5 \\ &= 5\text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{bc} &= U_{bd} + U_{dc} = -U_{db} - U_{cd} \\ &= -I_2 \times 5 - I_3 \times 5 \\ &= -(-1) \times 5 - (-3) \times 5 \\ &= 20\text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{ca} &= U_{cd} + U_{da} = U_{cd} - U_{ad} \\ &= I_3 \times 5 - I_1 \times 5 \\ &= (-3) \times 5 - 2 \times 5 \\ &= -25\text{V} \end{aligned}$$

1.4.3 试计算图 1.8 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} 。

【知识点窍】 欧姆定律。

【逻辑推理】 当 S 闭合时, 0.5Ω 和 5.5Ω 电阻串联成总电阻。可以由欧姆定律或全电路欧姆定律 $\mathcal{E} = I(R + r_0)$ 得到 I 。

然后再利用欧姆定律 $U_{cd} = I \times R_{cd}$

由于 ab 短路, 则 $U_{ab} = 0$

断开时, 断路, 无电流 $I = 0$, $U_{cd} = I \times R_{cd} = 0$, $U_{ab} = \varepsilon = 6V$

解: S 闭合时, $U_{ab} = 0$

电路电流为

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

$$U_{cd} = 6 - 1 \times 0.5 = 5.5V$$

S 断开时, 电路无电流, 有

$$U_{ab} = 6V, U_{cd} = 0$$

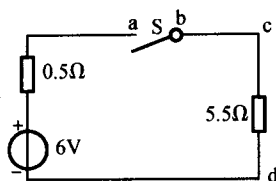


图 1.8

1.4.4 为了测量某直流电动机励磁线圈的电阻 R , 采用了图 1.9 所示的“伏安法”。电压表读数为 $220V$, 电流表读数为 $0.7A$, 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 。

【知识点窍】 伏安法测电阻, 电压表和电流表的性质。

【逻辑推理】 由安培表与伏特表的特点, A 表内阻值极小, 而 V 表内阻极大, 且理想状态下, 可以认为 $R_A = 0$, $R_V \rightarrow \infty$, $I_V = 0$, 所以对电路无影响, 可用欧姆定律 $U = IR$, 得到 R , 当两表错置, 相当于短路, 将引起电源和 A 表损坏。

解: 如图 1.9 所示, 正确连接时, 有

$$R + R_0 = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.7} \approx 314.3\Omega$$

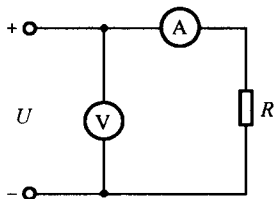


图 1.9

线圈电阻 $R = 314.3 - 0.4 = 313.9\Omega$

若将电流表并联在电源上, 则流过电流表的电流

$$I_A = \frac{220}{0.04} = 550A \gg 1A$$

电流表中游丝将立即被烧断, 电流表损坏。

1.5.1 在图 1.10 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 不能忽略不计, 则闭合 S 时, $60W$ 电灯中的电流是否有所变动? (3) 计算 $60W$ 和 $100W$ 电灯在 $220V$ 电压下工作时的电阻, 哪个的电阻大? (4) $100W$ 的电灯每秒钟消耗多少电能? (5) 设电源的额定功率为 $125kW$, 端电压为 $220V$, 当只接上一个 $220V60W$ 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, $100W$ 电灯的两线碰触 (短路), 当闭合 S 时, 后果如何? $100W$ 电灯的灯丝是否被烧断?

【知识点窍】 欧姆定律,功率公式。

【逻辑推理】 S 闭合前,等效电路图如图 1.11(a),S 闭合后,等效电路图如图 1.11(b)。

图 1.11(a),根据 $P = UI = U^2/R$ 和欧姆定律 $U = IR$, $E = 220\text{V}$, $R_0 \approx 0$ 可以求得 R 和 I 。

图 1.11(b) 中,两电灯并联,可先求出 R_1, R_2 , $R_1 // R_2$, 求出 I_1, I_2 。

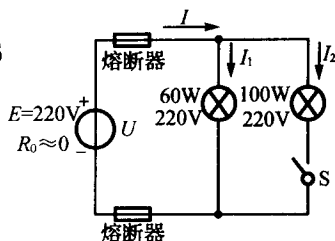


图 1.10

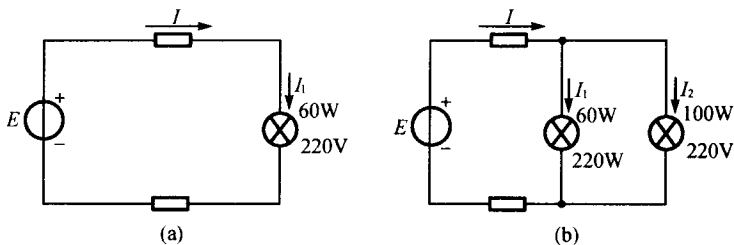


图 1.11

解: (1) 开关 S 闭合前: 由于 $R_0 \approx 0$, 所以电源端电压为 $U \approx E = 220\text{V}$ 。电灯获得额定电压 220V 。

各灯电阻为

$$R_{60} = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{220^2}{60} \approx 807\Omega$$

$$R_{100} = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{220^2}{100} = 484\Omega$$

图 1.11(a) 中, $I_2 = 0, I_1 = \frac{E}{R_{60}} = \frac{220}{807} = 0.273\text{A}$

图 1.11(b) 中, R_{60} 与 R_{100} 并联, 总电阻

$$R = R_{60} // R_{100} = \frac{R_{60} \cdot R_{100}}{R_{60} + R_{100}} = \frac{1}{\frac{60}{220^2} + \frac{100}{220^2}} = \frac{220^2}{160}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{220^2} \cdot 160 = 0.727\text{A}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_{60}} \approx 0.273\text{A}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_{100}} = I - I_1 \approx 0.454\text{A}$$

S 闭合时, I_1 并未被分去一些, 因为各灯中电流取决于它们所获得的端电压, 端电压不变则电流不变。

(2) 如果电源内阻 R_0 不能忽略不计, 则电源端电压 U 将低于电动势 E , 且随电路总电流增大而下降。闭合 S 接入 100W 电灯后, 总电流增大, 电源电压将小于 220V, 60W 灯中电流将减小, 但并非被 100W 灯分去。同样, 100W 灯中电流也将小于上题计算结果。

(3) 据(1) 计算 $R_{60} = 807\Omega, R_{100} = 484\Omega$

(4) 由于每秒消耗的电能数值上等于其功率, 但二者单位、量纲不同。100W 电灯每秒消耗的电能为 $W = P \cdot t = 100 \times 1 = 100\text{J}$

(5) 电源额定功率表示了电源提供电能的能力, 但负载上消耗的功率与二者电压相同时, 只要低于电源的额定功率即可。

电源额定功率 125kW 表示电源所具有的能力, 它所输出的实际功率则取决于负载大小。电灯所获得的功率取决于它获得的端电压和电阻值, 端电压为额定值 220V, 所获得的功率则为 60W, 并不取决于电源额定功率为多大, 所以不会被烧毁。

(6) 根据电荷守恒定律(电流流过电灯后不减少)。因为, 电流是连续的, 不会因为流过用电设备而减少, 而电源正、负极的电荷的绝对值相等。

(7) 100W 灯两线碰触而短路, 当 S 闭合时将造成电源短路, 电流过大而烧断熔断器中熔丝。100W 灯的灯丝中没有电流流过, 不会烧断。

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

解: 电流 100A 只表示发电机所具有的能力, 实际输出电流大小取决于负载, 当负载只用 60A, 发电机也只发出 60A, 并不存在 40A 的多余电流。

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

【知识点窍】 电阻额定值的应用。

【逻辑推理】 由额定电压、电流表达式

$$P_N = U_N I_N = U_N^2 / R = I_N^2 R \text{ 得出}$$

$$U_N^2 = P_N \cdot R, \quad I_N^2 = P_N / R$$

使用时电流、电压不得超出额定值。

解: 电阻的额定值用额定功率 P_N 和额定电阻值 R_N 表示, 其额定电压 U_N 和额定电流 I_N 分别为

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

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

使用时不得超过上述额定值。