

高校经典教材同步辅导丛书

配套高教版·秦曾煌主编

九章丛书

电工学电工技术

第七版·上册

同步辅导及习题全解

主 编 陈 勇 孟祥曦

- ◆ 知识点窍 ◆ 逻辑推理 ◆ 习题全解
- ◆ 全真考题 ◆ 名师执笔 ◆ 题型归类



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

电工学电工技术（第七版·上册）同步辅导及习题全解

主 编 陈 勇 孟祥曦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是与秦曾煌主编的《电工学（上册）电工技术·第七版》（高等教育出版社出版）一书配套的同步辅导和习题解答辅导书。

本书按教材内容安排全书结构，各章均包括重点内容提要、练习与思考题解答、课后习题全解三部分内容。全书按教材内容，针对各章节全部习题给出详细解答，思路清晰，逻辑性强，循序渐进地帮助读者分析并解决问题，内容详尽，简明易懂。

本书可作为本科非电专业学生和自考生学习电工学课程的辅导材料和复习参考用书，及工科考研学生强化复习的指导书，也可以作为教师的教学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

电工学电工技术（第七版上册）同步辅导及习题全解
/ 陈勇，孟祥曦主编. — 北京：中国水利水电出版社，
2010.2

（高校经典教材同步辅导丛书）

ISBN 978-7-5084-7181-5

I. ①电… II. ①陈… ②孟… III. ①电工学—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM1②TN01

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第016347号

策划编辑：杨庆川 责任编辑：张玉玲 加工编辑：胡海家 封面设计：李佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书
作 者	电工学电工技术（第七版·上册）同步辅导及习题全解
出版发行	主编 陈 勇 孟祥曦 中国水利水电出版社（北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）、82562819（万水）
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
刷 印	北京市梦宇印务有限公司
规 格	170 mm×227mm 16开本 17印张 420千字
版 次	2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷
数 量	0001—6000册
定 价	20.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

目 录

编 委 (排名不分先后)

程丽园	李国哲	陈有志	苏昭平
郑利伟	罗彦辉	邢艳伟	范家畅
孙立群	李云龙	刘 岩	崔永君
高泽全	于克夫	尹泉生	林国栋
黄 河	李思琦	刘 闯	侯朝阳

第1章 电路的基本概念和基本定律	1
1.1 电路模型	1
1.2 电压和电流的参考方向	2
1.3 功率	3
1.4 基尔霍夫定律	4
1.5 电阻	5
1.6 电压源和电流源	6
1.7 受控源	7
1.8 电路的等效变换	8
1.9 叠加定理	9
1.10 戴维南定理和诺顿定理	10
1.11 最大功率传输定理	11
1.12 电路的等效电路	12
1.13 电路的等效电路	13
1.14 电路的等效电路	14
1.15 电路的等效电路	15
1.16 电路的等效电路	16
1.17 电路的等效电路	17
1.18 电路的等效电路	18
1.19 电路的等效电路	19
1.20 电路的等效电路	20
1.21 电路的等效电路	21
1.22 电路的等效电路	22
1.23 电路的等效电路	23
1.24 电路的等效电路	24
1.25 电路的等效电路	25
1.26 电路的等效电路	26
1.27 电路的等效电路	27
1.28 电路的等效电路	28
1.29 电路的等效电路	29
1.30 电路的等效电路	30
1.31 电路的等效电路	31
1.32 电路的等效电路	32
1.33 电路的等效电路	33
1.34 电路的等效电路	34
1.35 电路的等效电路	35
1.36 电路的等效电路	36
1.37 电路的等效电路	37
1.38 电路的等效电路	38
1.39 电路的等效电路	39
1.40 电路的等效电路	40
1.41 电路的等效电路	41
1.42 电路的等效电路	42
1.43 电路的等效电路	43
1.44 电路的等效电路	44
1.45 电路的等效电路	45
1.46 电路的等效电路	46
1.47 电路的等效电路	47
1.48 电路的等效电路	48
1.49 电路的等效电路	49
1.50 电路的等效电路	50
1.51 电路的等效电路	51
1.52 电路的等效电路	52
1.53 电路的等效电路	53
1.54 电路的等效电路	54
1.55 电路的等效电路	55
1.56 电路的等效电路	56
1.57 电路的等效电路	57
1.58 电路的等效电路	58
1.59 电路的等效电路	59
1.60 电路的等效电路	60
1.61 电路的等效电路	61
1.62 电路的等效电路	62
1.63 电路的等效电路	63
1.64 电路的等效电路	64
1.65 电路的等效电路	65
1.66 电路的等效电路	66
1.67 电路的等效电路	67
1.68 电路的等效电路	68
1.69 电路的等效电路	69
1.70 电路的等效电路	70
1.71 电路的等效电路	71
1.72 电路的等效电路	72
1.73 电路的等效电路	73
1.74 电路的等效电路	74
1.75 电路的等效电路	75
1.76 电路的等效电路	76
1.77 电路的等效电路	77
1.78 电路的等效电路	78
1.79 电路的等效电路	79
1.80 电路的等效电路	80
1.81 电路的等效电路	81
1.82 电路的等效电路	82
1.83 电路的等效电路	83
1.84 电路的等效电路	84
1.85 电路的等效电路	85
1.86 电路的等效电路	86
1.87 电路的等效电路	87
1.88 电路的等效电路	88
1.89 电路的等效电路	89
1.90 电路的等效电路	90
1.91 电路的等效电路	91
1.92 电路的等效电路	92
1.93 电路的等效电路	93
1.94 电路的等效电路	94
1.95 电路的等效电路	95
1.96 电路的等效电路	96
1.97 电路的等效电路	97
1.98 电路的等效电路	98
1.99 电路的等效电路	99
1.100 电路的等效电路	100
第2章 电路的等效变换	101
2.1 重点内容提要	101
2.2 练习与思考题解答	111
2.3 课后习题全解	123
第3章 三相电路	156
3.1 重点内容提要	156
3.2 练习与思考题解答	160
3.3 课后习题全解	161
第4章 电路与磁路	171
4.1 重点内容提要	171

前言

“电工学电工技术”课程一直是高等学校工科电子类相关专业学生的必修课程,学好这门课程对以后其他专业课的学习有着至关重要的影响。为了适应当前教育事业改革与发展的趋势,满足广大学习电工技术课程读者的需要,我们特地编写了本书。

本书是以秦曾煌主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《电工学(上册)电工技术·第七版》中的练习与思考题和课后习题为参考编写的。本书主要内容包括重点内容提要、练习与思考题解答、课后习题全解三部分。本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:阐述习题解答过程的精髓。
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针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”提纲挈领地抓住题目的核心知识,让学生清楚地了解出题者的意图;“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式,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。

由于编写时间仓促及编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2009年12月

目 录

前言

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 练习与思考题解答	3
1.3 课后习题全解	10
第2章 电路的分析方法	24
2.1 重点内容提要	24
2.2 练习与思考题解答	29
2.3 课后习题全解	40
第3章 电路的暂态分析	78
3.1 重点内容提要	78
3.2 练习与思考题解答	82
3.3 课后习题全解	87
第4章 正弦交流电路	105
4.1 重点内容提要	105
4.2 练习与思考题解答	111
4.3 课后习题全解	123
第5章 三相电路	156
5.1 重点内容提要	156
5.2 练习与思考题解答	160
5.3 课后习题全解	161
第6章 磁路与铁心线圈电路	171
6.1 重点内容提要	171

6.2	练习与思考题解答	176
6.3	课后习题全解	178
第7章	交流电动机	187
7.1	重点内容提要	187
7.2	练习与思考题解答	191
7.3	课后习题全解	195
第8章	直流电动机	204
8.1	重点内容提要	204
8.2	练习与思考题解答	207
8.3	课后习题全解	208
第9章	控制电机	214
9.1	重点内容提要	214
9.2	课后习题全解	215
第10章	继电器接触器控制系统	219
10.1	重点内容提要	219
10.2	练习与思考题解答	221
10.3	课后习题全解	222
第11章	可编程控制器及其应用	232
11.1	重点内容提要	232
11.2	练习与思考题解答	237
11.3	课后习题全解	238
第12章	工业企业供电与安全用电	253
12.1	重点内容提要	253
12.2	课后习题全解	254
第13章	电工测量	256
13.1	重点内容提要	256
13.2	课后习题全解	259

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

一、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、 μ V、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 :单位时间内所作的功。

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时,计算结果数值为正,否则为负。

3. 电路的模型

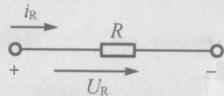
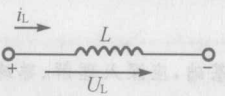
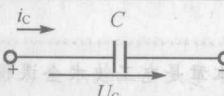
是由理想电路元件组成的电路。各元件及其性质如表 1.1 所示。

(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。

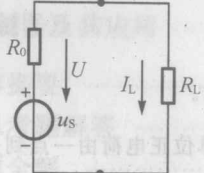
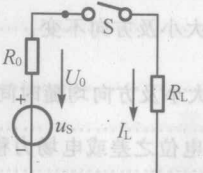
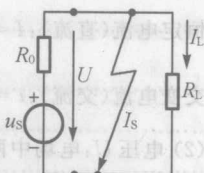
表 1.1

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

如表 1.2 所示。

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
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:电阻中的电流与其两端的电压成正比,即 $R = \frac{U}{I}$ 。

推广:全电路欧姆定律: $I = \frac{\epsilon}{R_0 + R_{\text{外}}}$, R_0 为电源内阻, $R_{\text{外}}$ 为总的外阻, ϵ 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,必须注意的是: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。

二、基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律

(1) 概念:支路,电路中的每一分支称为支路;结点,电路中三条或三条以上的支路相连接的点,称为结点。

(2) 定律:流入结点的电流之和等于流出该结点的电流之和,即 $\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$ 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:回路及其循环方向:回路是由一条或多条支路所组成的闭合电路,其循环方向是从回路中任意一点出发,以顺时针方向或逆时针方向沿回路循环一周。

(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 $\sum E = \sum(RI)$ 。

(3) 符号:参考方向与循环方向一致的电动势取正,反之取负;参考方向与循环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环方向一致都取负号,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 练习与思考题解答

1.3.1 【解题过程】 U_{ab} 是指 a, b 两点间的参考方向为 a 点“+”, b 点“-”。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 【解题过程】 按图中给定的参考方向计算有 $U_{ab} = U_1 - U_2 = -6V - 4V = -10V$ 。

1.3.3 【解题过程】 U_{ab} 只表示 a 端电位参考极性高于 b 端电位参考极性。实际两点电位谁高, 要看 $U_{ab} > 0$ 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 【解题过程】 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 【解题过程】 (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

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

$$U_{bc} = U_{bd} + U_{dc} = -U_{db} - U_{cd} = -I_2 \times 5 - I_3 \times 5$$

$$= -(-1) \times 5 - (-3) \times 5 = 20\text{V}$$

$$U_{ca} = U_{cd} + U_{da} = U_{cd} - U_{ad} = I_3 \times 5 - I_1 \times 5$$

$$= (-3) \times 5 - 2 \times 5 = -25\text{V}$$

1.4.3 【解题过程】 S 闭合时, $U_{ab} = 0$

电路电流为

$$I = \frac{\varepsilon}{R + R_{cd}} = \frac{6}{0.5 + 5.5} = 1\text{A}$$

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

S 断开时, 电路无电流, 有

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

1.4.4 【解题过程】 如题 1.4.4 图所示, 正确连接时, 有

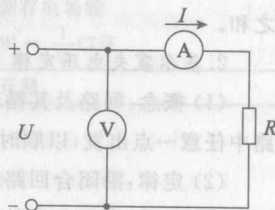
$$R + R_0 = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.7} \approx 314.3\Omega$$

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

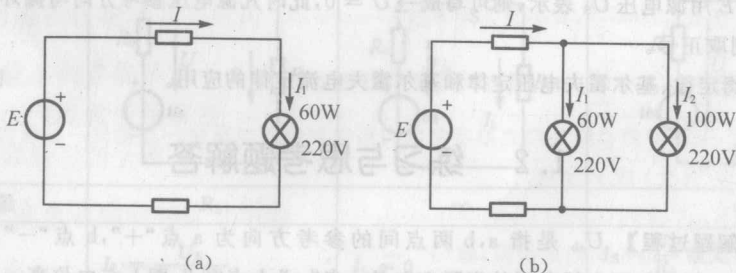
$$I_A = \frac{220}{0.4} = 550\text{A} \gg 1\text{A}$$

电流表中游丝将立即被烧断, 电流表损坏。



题 1.4.4 图

1.5.1



题 1.5.1 图

【解题过程】

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

$$\text{各灯电阻为 } R_{60} = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{220^2}{60} \approx 807\Omega$$

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

题 1.5.1 图(a) 中, $I_2 = 0, I = I_1 = \frac{E}{R_{60}} = \frac{220}{807} = 0.273\text{A}$

题 1.5.1 图(b) 中, R_{60} 与 R_{100} 并联, 总电阻

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

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

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

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

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 白炽灯后, 总电流增大, 电源电压将小于 220V, 60W 白炽灯中电流将减小, 但并非被 100W 白炽灯分去。同样, 100W 白炽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功率, 但二者单位、量纲不同。100W 白炽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。白炽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 will 造成电源短路, 电流过大而烧断熔断器中的熔丝。100W 灯的灯丝中没有电流流过, 不会烧断。

1.5.2 【解题过程】 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 【解题过程】 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

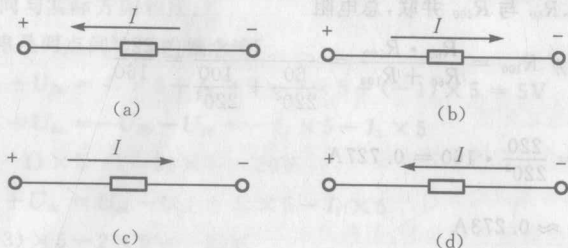
$$U_N = \sqrt{P_N \cdot R_N} = \sqrt{1 \times 100} = 10\text{V}$$

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

使用时不得超过上述额定值。

1.5.4 【解题过程】 方法一

实际方向如题 1.5.4 图所示,所以(a)和(d)为电源,(b)和(c)为负载。



题 1.5.4 图

方法二

方向一致:

(a) $P = 220 \times (-1) < 0$, 电源

(d) $P = 220 \times (-1) < 0$, 电源

方向相反:

(b) $P = 220 \times (-1) < 0$, 负载

(c) $P = -220 < 0$, 负载

方法三

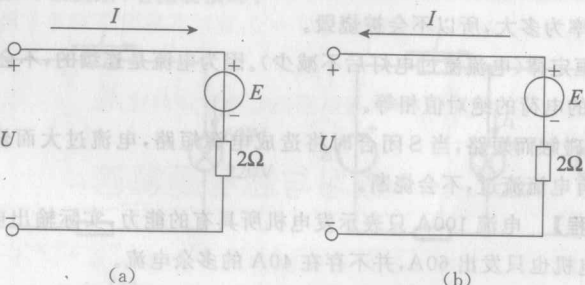
(a) $P = 220 \times (-1) < 0$, 电源

(b) $P = 220 \times [-(-1)] = 220\text{W} > 0$, 负载(固定 U)

(c) $P = 220 \times [-(-1)] = 220\text{W} > 0$, 负载(固定 U)

(d) $P = 220 \times (-1) < 0$, 电源

1.5.5 【解题过程】 如题 1.5.5 图(a) 所示设电流方向为顺时针,有



题 1.5.5 图

$$U = E + IR$$

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

即题 1.5.5 图(a) 所示电流 I 为负值,实际电流方向与题 1.5.5(a) 所示电流方向相反,电流应为逆时针方向。

电流实际方向由电池“+”极流出,且电流电动势 E 大于端电 U ,故电池作电源供电。

如题 1.5.5 图(b) 所示设电流方向为逆时针,有

$$E = U + IR$$

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

即题 1.5.5 图(b) 所示电流 I 为负值,实际电流方向与题 1.5.5 图(b) 所示电流方向相反,电流应是顺时针方向。

电流实际方向由电流“+”极流入,且电池外加端电压 U 高于电池电动势 E ,故电池作负载充电。

1.5.6 【解题过程】 铭牌所标的数值即为额定值,此处即 $P_N = 40 \text{ kW}$, $U_N = 230 \text{ V}$, $I_N = 174 \text{ A}$

当发电机输出端未接负载,电流 $I = 0$,输出功率 $P = 0$ 时,称为空载运行。由于一般发电机均有内阻 R_0 ,空载端电压 U 等于其电动势 E ,将大于额定端电压 U_N 。

当发电机接上负载,但电流 $I < I_N$,输出功率 $P < P_N$ 时,称为轻载运行。此时端电压将略高于 U_N 。

当发电机负载电流、电压及功率均等于发电机额定值 I_N 、 U_N 和 P_N 时,称为满载运行。而当负载电流大于 I_N 时,称为过载运行。在允许的过载范围内(例如 $I = 120\% I_N$),其输出功率也将大于额定功率。

一般负载大小是指发电机实际输出的电流或功率大小。

1.5.7 【解题过程】 方法一:公式 $P_1 = \frac{U_1^2}{R}$, $P_2 = \frac{U_2^2}{R}$, 所以 $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2$, 即 $P_2 = \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 \cdot P_1$

又因为 $P_1 = 1000 \text{ W}$, $U_1 = 220 \text{ V}$ 和 $U_2 = 110 \text{ V}$, 所以

$$P_2 = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \cdot 1000 \text{ W} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ W}$$

方法二:电热器的额定电阻可由电压 U 和功率 P 求得

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{1000} = 48.4 \Omega$$

当接到 110V 电源上时,取用的功率

$$P = \frac{U^2}{R_N} = \frac{110^2}{48.4} = 250 \text{ W}$$

可见取用功率与电压平方成正比,功率只有原先的四分之一。

1.5.8 【解题过程】 由于深夜大多数人关灯休息,工地停工,使电源的负载大大减轻,电源内阻和导线电阻电压降大大减小,电灯端电压比黄昏时高,所以电灯要亮一些。

1.5.9 【解题过程】 当 S 处于位置 1 时,测得的电路 $U_1 = 10 \text{ V}$ 为电源开路电压

当 S 处于位置 2 时,电压表被短路, $I_2 = 5 \text{ mA} = \frac{U_1}{R_0}$ (R_0 为电源内阻),则

$$R_0 = \frac{U_1}{I_2} = \frac{10}{5 \times 10^{-3}} = 2 \text{ k}\Omega$$

则 S 处于 3 时, $I_3 = \frac{U_1}{R_0 + R} = \frac{10}{(3 + 2) \times 10^3} = 2 \text{ mA}$

$$U_3 = I_3 R = 2 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^3 = 6 \text{ V}$$

1.5.10 【解题过程】 当 S 闭合时, $I_1 = -\frac{E}{R} = -\frac{12}{3} = -4 \text{ A}$, $I_2 = \frac{E}{R} = 4 \text{ A}$, $I_3 = -\frac{E}{R} = -4 \text{ A}$ 。

当S断开时,由基尔霍夫定律列写方程:

$$\begin{cases} I_2 = I_1 + I_3 \\ E - I_1 R = E + I_2 R \\ E + I_2 R = E - I_3 R \end{cases}$$

联立解得, $I_1 = I_2 = I_3 = 0$

因此,当S断开时, $I_1 = I_2 = I_3 = 0$

当S闭合时, $I_1 = -4\text{A}$, $I_2 = 4\text{A}$, $I_3 = -4\text{A}$ 。

1.6.1 【解题过程】 根据基尔霍夫电流定律推导结果有

$$I_A = I_{AB} - I_{CA}$$

$$I_B = I_{BC} - I_{AB}$$

$$I_C = I_{CA} - I_{BC}$$

上列三式相加,便得

$$I_A + I_B + I_C = 0$$

可见这三个电流不可能全为正值。

1.6.2 【解题过程】 流入结点a的电流: $I_{\text{in}} = I_1 + I_5$

流出结点a的电流: $I_{\text{out}} = I_2 + I_3 + I_4$

由基尔霍夫电流定律可知 $I_1 + I_5 = I_2 + I_3 + I_4$

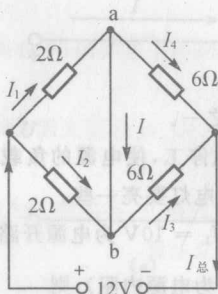
故 $I_5 = I_2 + I_3 + I_4 - I_1 = -2 + 1 - 3 - 4 = -8\text{A}$

1.6.3 【解题过程】 根据广义基尔霍夫电流定律的推广应用,4个电阻组成的闭合回路可看成一个广义结点,因此有

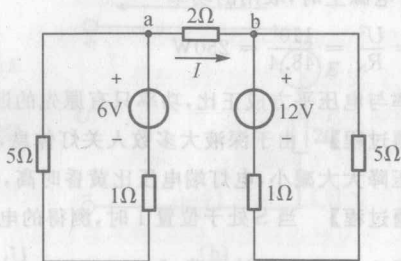
$$I_a + I_b + I_c + I_d = 0$$

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

1.6.4



(a)



(b)

题 1.6.4 图

【解题过程】 (a) 图中有6条支路和4个结点,但a和b之间为短路线、 $U_{ab} = 0$, a、b为等电位点,也可认为只有3个结点。短路线中电流 $I = 0$ 。

在题 1.6.4 图(a) 中, 因为
$$I_{\Sigma} = \frac{12}{\frac{2 \times 2}{2+2} + \frac{6 \times 6}{6+6}} = 3\text{A}$$

$$I_{\Sigma} = I_1 + I_2 = I_4 + I_3$$

2Ω 与 2Ω 并联

$$I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I_{\Sigma} = 1.5\text{A}$$

同理

$$I_3 = I_4 = 1.5\text{A}$$

$$I = I_1 - I_4 = 0\text{A}$$

若将右下臂的 6Ω 改为 3Ω, 则由分流原理

$$I_3 = \frac{6}{3+6} I_{\Sigma} = 2\text{A}$$

$$I_4 = \frac{3}{3+6} I_{\Sigma} = 1\text{A}$$

由

$$I_1 = I + I_4$$

所以 $I = I_1 - I_4 = 1.5 - 1 = 0.5\text{A}$

$$U_{ab} = 0$$

在题 1.6.4 图(b) 中, 电流 I 无闭合回路, 故 $I = 0$, 由欧姆定律 $U_{ab} = 2 \times I = 0\text{V}$, 即 a 和 b 也为等电位点, 因此只有两个独立的单回路, 没有结点也没有分支。

1.6.5 【解题过程】 由 $\sum E = \sum RI$ 得出 $E_1 - E_2 - E_3 + E_4 + I_1 R - I_2 R - I_4 R + I_3 R = 0$

则 $E_1 - E_2 - E_3 + E_4 = I_2 R + I_4 R - I_3 R - I_1 R$

1.6.6 【解题过程】 $I_1 = 10 + 5 = 15\text{A}$, $I_1 + I_2 = 3\text{A}$, 则 $I_2 = -12\text{A}$

而 $10 + I_2 + I_R = 0$, 则 $I_R = 10 - (-12) = 2\text{A}$

$$I = 3 + I_R = 3 + 2 = 5\text{A}$$

$$U = 4I_2 - 2I_1 = 4 \times (-12) - 2 \times 15 = -78\text{V}$$

$$U_R = 4I_2 + 3 \times 20 = 12\text{V}, R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{12}{2} = 6\Omega$$

综上, $I = 5\text{A}$, $U = -78\text{V}$, $R = 6\Omega$ 。

1.7.1 【解题过程】 (a) R_1 、 R_2 串联, 故由分压公式:

$$U_{AB} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = \frac{4}{6} \times 6 = 4\text{V}$$

$$U_{BC} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E = \frac{2}{6} \times 6 = 2\text{V}$$

$$V_A = U_{AB} + U_{BC} + V_C$$

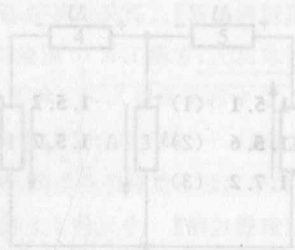
由于 $V_C = 0$, 所以 $V_A = 6\text{V}$, $V_B = U_{BC} = 2\text{V}$

(b) $V_B = 0$ 时, 由(a) 可以得到 $V_A = U_{AB} + V_B = U_{AB}$

故 $V_A = 1 \times 4 = 4\text{V}$

同理 $V_C = V_B - U_{BC}$

故 $V_C = -1 \times 2 = -2\text{V}$



(2) 解法一: 当 R_P 滑动触点向下滑时, 电路总电阻增大, 电流减少, A 点电位 $V_A = 12 - IR_1$

解法二: 当 R_p 向下滑动触点时, 滑动电阻 R_p 的有效值 R_p 增大。

由串联电路的分压公式 $U_{BD} = \frac{R_3}{R_1 + R_P + R_3} \times (12 + 12)$

$$\text{故 } V_B = U_{BD} + V_{DC} = \frac{24R_3}{R_1 + R_p + R_3} - 12V$$

因此, R_P 增大, 则 V_B 降低。

同理: $U_{AE} = \frac{R_1}{R_1 + R_p + R_3} \times 24V$

$$V_A = U_{AE} + U_{EC} = \left(\frac{-24R_1}{R_1 + R_P + R_3} + 12 \right) V$$

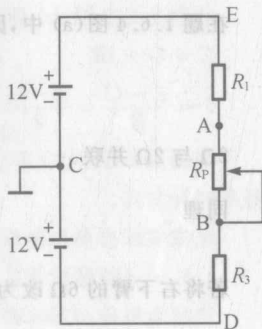
则由于 R_P 增大, V_A 应有所上升。

1.7.3 【解题过程】 S 断开时,电阻中均无电流,所以 $V_A = +6\text{V}$;当 S 闭合时, $V_B = 0$,电源不对 A 和 B 间电阻提供电流,则 A 点电位 $V_A = 0$ 。

1.7.4 【解题过程】 24Ω 的电阻上无电流,故 12Ω 和 36Ω 两电阻串联,故由分压公式:

$$U_{AB} = \frac{12}{36 + 12} \times (-24) = -6V$$

故 A 点电位为 $V_A = U_{AB} = -6\text{V}$



题 1.7.2 图

1.3 课后习题全解

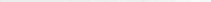
A 选择题

- 1.5.1 (1) 1.5.2 (2) 1.5.3 (3) 1.5.4 (3) 1.5.5 (1)
1.5.6 (2) 1.5.7 (2) 1.6.1 (2) 1.6.2 (3) 1.7.1 (2)
1.7.2 (3)

B 基本题

1.5.8 在题 1.5.8 图所示的各段电路中, 已知 $U_{ab} = 10V$, $E = 5V$, $R = 5\Omega$, 试求 I 的表达式及其数值。

【知识点窍】 电压和电流参考方向、基尔霍夫定律。

【解题过程】 (1) 如图  中所示得 $I = \frac{U_{ab} + E}{R} = \frac{15}{5} = 3\text{A}$

(2) 如图 所示得 $I = \frac{U_{ab} - E}{R} = \frac{10 - 5}{5} = 1\text{A}$