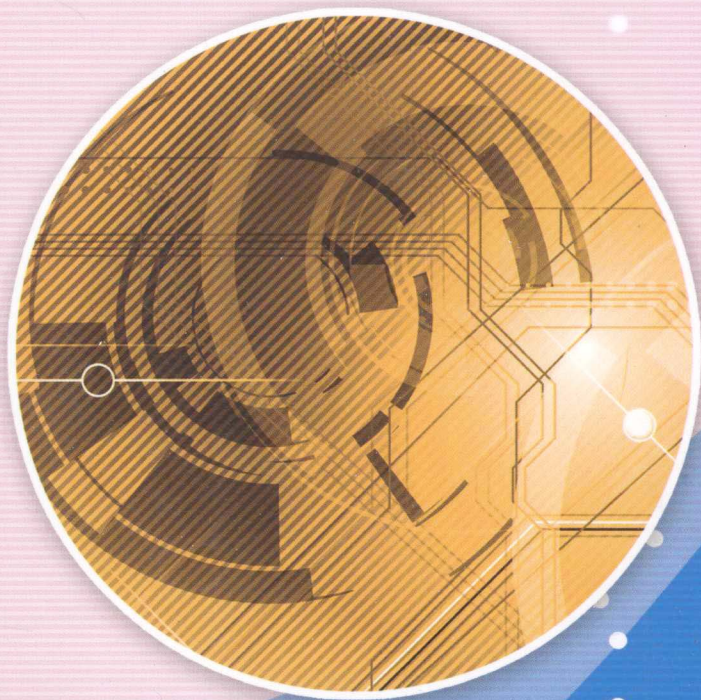


普通高等教育“十二五”规划教材

电路分析基础学习指导

毕淑娥 主编

DIANLU FENXI JICHU XUEXI ZHIDAO



普通高等教育“十二五”规划教材

电路分析基础学习指导

主 编 毕淑娥

参 编 余卫宇 杜芸强 许研文



机械工业出版社

本书是与毕淑娥主编的《电路分析基础》配套的学习指导教材,该教材包含了《电路分析基础》中第1~12章的内容,各章的标题、内容排列次序均与主教材相同。每章均由5个部分组成,即内容提要、重点与难点、例题分析、思考题分析和习题分析。

本书比较详细地概括了电路的基本理论和基本分析方法,重点和难点内容分析到位,选用例题典型、深入浅出、结合实际,习题解法多种,且详细;适合不同层次的读者自学使用。

本书是高等工科大学“电路”课程学习的指导教材,可供高等工科大学电类各专业及相关专业使用,也可作为其他各类院校“电路”课程学习的指导教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础学习指导/毕淑娥主编. —北京:机械工业出版社, 2013.7

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-42160-3

I. ①电… II. ①毕… III. ①电路分析-高等学校-教学参考资料
IV. ①TM133

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第075581号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:贡克勤 责任编辑:贡克勤 王小东

版式设计:霍永明 责任校对:申春香 肖琳

封面设计:陈沛 责任印制:张楠

北京玥实印刷有限公司印刷

2013年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.25印张·326千字

标准书号:ISBN 978-7-111-42160-3

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

“电路”课程是高等工科大学电类专业的重要基础课之一。本书是参照教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会制定的“‘电路分析基础’课程教学基本要求”，针对目前学生的学习需要而编写的。

本书是与毕淑娥主编的《电路分析基础》配套的学习指导教材，该教材包含了《电路分析基础》中第1~12章的内容。各章的标题、内容排列次序均与主教材相同。每章均由5个部分组成，即内容提要、重点与难点、例题分析、思考题分析和习题分析。

本书比较详细地概括了电路的基本理论和基本分析方法，重点和难点内容分析到位，选用例题典型、深入浅出、结合实际，习题解法多种，且详细；适合不同层次的读者自学使用。

本书是高等工科大学“电路”课程学习的指导教材，可供高等工科院校电类各专业及相关专业使用，也可作为其他各类院校“电路”课程学习的指导教材或参考书。

参加本书编写的教师有：华南理工大学的毕淑娥（第1~4、11章）、余卫宇（第5、8、10章）、许研文（第6章），华南理工大学广州学院杜芸强（第7、9、12章）。刘琴琴完成了录入习题解答初稿的工作。全书由毕淑娥主编。

受编者学识水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，恳切希望热心读者提出宝贵意见。可发送邮件至 sebi@scut.edu.cn。

编 者

目 录

前言	5.4 思考题分析	94
第1章 电路的基本概念和基本定律	5.5 习题分析	95
1.1 内容提要	第6章 三相交流电路	101
1.2 重点与难点	6.1 内容提要	101
1.3 例题分析	6.2 重点与难点	103
1.4 思考题分析	6.3 例题分析	103
1.5 习题分析	6.4 思考题分析	106
第2章 电阻电路的等效变换	6.5 习题分析	107
2.1 内容提要	第7章 含有耦合电感的电路与 变压器	113
2.2 重点与难点	7.1 内容提要	113
2.3 例题分析	7.2 重点与难点	115
2.4 思考题分析	7.3 例题分析	116
2.5 习题分析	7.4 思考题分析	117
第3章 电阻电路的分析方法	7.5 习题分析	120
3.1 内容提要	第8章 非正弦周期电流电路	127
3.2 重点与难点	8.1 内容提要	127
3.3 例题分析	8.2 重点与难点	128
3.4 思考题分析	8.3 例题分析	128
3.5 习题分析	8.4 思考题分析	130
第4章 正弦稳态电路分析	8.5 习题分析	131
4.1 内容提要	第9章 线性电路的暂态分析	138
4.2 重点与难点	9.1 内容提要	138
4.3 例题分析	9.2 重点与难点	141
4.4 思考题分析	9.3 例题分析	142
4.5 习题分析	9.4 思考题分析	145
第5章 电路的频率响应	9.5 习题分析	148
5.1 内容提要	第10章 二端口网络	164
5.2 重点与难点	10.1 内容提要	164
5.3 例题分析		

10.2	重点与难点	165	11.5	习题分析	185
10.3	例题分析	165	第 12 章	线性电路的暂态过程的复频域分	
10.4	思考题分析	168		析	190
10.5	习题分析	169	12.1	内容提要	190
第 11 章	集成运算放大器及其应用	181	12.2	重点与难点	194
11.1	内容提要	181	12.3	例题分析	194
11.2	重点与难点	182	12.4	习题分析	197
11.3	例题分析	182	参考文献		206
11.4	思考题分析	184			

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

1.1 内容提要

1. 电路与电路模型

实际电路是由多种电气元器件通过导线按照一定的连接方式而连接组成的电流通路。电路理论中研究的电路是电路模型。电路模型就是将实际电气元器件理想化，并由理想元器件构成的电路。理想元器件有电阻、电感、电容、电压源、电流源和理想变压器等。

2. 电流、电压的参考方向

在直流复杂电路或交流电路中，某段电路或每个电路元器件中的电流实际方向和其两端电压的实际方向往往是很难确定的，因此，在电路中引入“参考方向”的概念，即在分析电路前先任意设定这段电路的电流或电压方向，这个所设定的方向称为电流或电压的参考方向。然后根据参考方向列方程分析电路，若求出的 $i > 0$ 或 $u > 0$ ，表明电流或电压的实际方向与参考方向相同；若 $i < 0$ 或 $u < 0$ ，表明电流或电压的实际方向与参考方向相反。

对于同一个电路元器件，若电流与电压的参考方向相同，称为关联参考方向，若电流与电压的参考方向相反，称为非关联参考方向，如图 1-1 所示。

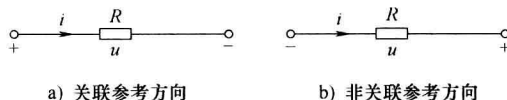


图 1-1 电流与电压的参考方向

3. 功率

在单位时间内，某段电路所接受的能量的数值是 $P = UI$ ， $P = UI$ 称为这段电路所吸收的功率。功率的单位为瓦，用符号 W 表示。

在电路中，电源发出的功率等于负载吸收的功率，即 $P_S = P_L$ 。

电流与电压为关联参考方向时，即 $p = ui$ 或 $P = UI$ ，若计算结果 $P > 0$ ，表明电路元器件实际吸收功率；若计算结果 $P < 0$ ，表明电路元器件实际发出功率。

电流与电压为非关联参考方向时，即 $p = -ui$ 或 $P = -UI$ ，若计算结果 $P > 0$ ，表明电路元器件实际吸收功率；若计算结果 $P < 0$ ，表明电路元器件实际发出功率。

电阻是耗能元件，在电路中吸收功率。计算电阻元件吸收功率的公式为

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R}$$

4. 电压源与电流源

电源是向负载提供能量的电气设备。能向负载提供不变的电压的电源称为电压源，能向负载提供不变的电流的电源称为电流源。这样的电源又称为独立电源。

实际的电压源和电流源存在内阻，因此，当负载增大时，电压源输出的端电压随之下降，电流源输出的电流随之上升。

当电压源内阻等于零时，无论通过它的电流为何值，电压源输出的电压始终为 u_S ，则

称电阻为零的电压源为理想电压源。理想电压源的电路符号、电路模型及直流电压源的伏安特性如图 1-2 所示。

当电流源内阻等于无穷大时，无论它两端的电压为何值，电流源输出的电流始终为 i_S ，则称内阻为无穷大的电流源为理想电流源。理想电流源的电路符号、电路模型及直流电压源的伏安特性如图 1-3 所示。

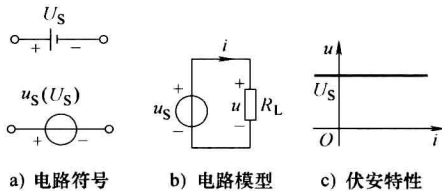


图 1-2 理想电压源的电路符号、
电路模型及伏安特性

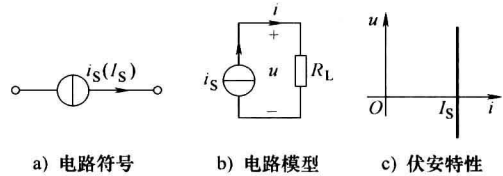


图 1-3 理想电流源的电路符号、
电路模型及伏安特性

5. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律 (KCL) 表示在集总参数电路中，在任一时刻，流入或流出任一结点或封闭面的所有支路电流的代数和等于零，即

$$\sum i = 0$$

流入结点的电流取正号，流出结点的电流取负号。

实质上 KCL 是电流连续性的体现，即在任何瞬间，流入该结点的电流等于流出该结点的电流。

(2) 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律 (KVL) 表示在集总参数电路中，在任一时刻沿任一回路绕行一周，该回路的各段支路电压的代数和为零，即

$$\sum u = 0$$

当支路的电压或电流的方向与所选的回路绕行方向一致时取正号，反之取负号。

KVL 不仅适用于闭合回路，也可应用于电路结构不闭合的（开口）回路。

6. 电位及其计算

在电路实际工作中，经常要用电位的概念对电路的工作状态进行分析，即在电路中取任一结点 o 作为参考点，设参考点的电位为零，即 $V_o = 0$ 。把由某结点 a 到此参考点的电压 U_{ao} 称为该结点的电位 V_a ，即 $U_{ao} = V_a$ 。在工程应用电路中，常把电路中的公共连接点作为电路的参考点。

1.2 重点与难点

重点

1. 电流、电压的参考方向

1) 在电路课程的学习中，必须深刻理解为什么要在电路中设电流、电压的参考方向。

- 2) 参考方向一旦确定, 在电路分析过程中不能改变。
- 3) 在求解电路问题时, 要按参考方向列电路方程。
- 4) 在设置电压、电流的参考方向时, 电源的电压和电流的参考方向要设置为非关联参考方向; 负载的电压和电流的参考方向要设置为关联参考方向。
- 5) 若计算结果(电压或电流)为正值, 说明电压或电流的实际方向与参考方向相同; 若计算结果(电压或电流)为负值, 说明电压或电流的实际方向与参考方向相反。

2. 功率

- 1) 必须深刻理解电路中功率平衡的概念, 即 $P_S = P_L$ 。
- 2) 在计算功率时, 要按电压、电流的参考方向列写功率公式。
- 3) 按照功率的计算结果判断电路器件是电源还是负载, 其步骤为
 - ① 按参考方向写出计算功率 P 的公式。
 - ② 代入已知的 U 和 I 的数值, 若其计算结果 $P > 0$, 说明此器件吸收功率处于负载状态; 若其计算结果 $P < 0$, 说明此器件发出功率处于电源状态。
- 4) 按照电流和电压的实际方向判断电路器件是电源还是负载, 其步骤为:
 - ① 根据已知 U 和 I 的参考方向和数值判断出 U 和 I 的实际方向。
 - ② 若电流的实际方向是从器件两端电压的实际极性的“+”端流出, 说明此器件就是电源, 反之为负载。

3. 基尔霍夫定律

- 1) KCL 不仅适用于电路中的结点, 也适用于任意一个闭合面。
- 2) KVL 不仅适用于电路中的闭合回路, 也适用于任意不闭合的回路。
- 3) 在使用 KVL 时, 可以用 $\sum u = 0$ 或 $\sum Ri = \sum u_S$ 或 电位降之和 = 电位升之和列回路电压方程。使用以上公式列回路电压方程时要注意:
 - ① 使用 $\sum u = 0$ 列回路电压方程时, 第一步: 将回路各段电压都写于方程的左边, 方程的右边 = 0; 第二步: 沿回路绕行方向, 确定各段电压前边的正、负号。当各段电压的参考方向与回路绕行方向一致, 其各段电压前取正号, 反之取负号。
 - ② 使用 $\sum Ri = \sum u_S$ 列回路电压方程时, 第一步: 将回路的所有电阻压降 Ri 都写于方程的左边, 将回路的所有电源的端电压 u_S 都写于方程的右边; 第二步: 对于方程左边, 各支路电流的参考方向与回路绕行方向一致, 其 Ri 前取正号, 反之取负号; 对于方程右边, 当 u_S 的参考方向与回路绕行方向相反时, 其 u_S 前取正号, 反之取负号。
 - ③ 使用 电位降之和 = 电位升之和列回路电压方程时, 首先要确定各段电压是电位降还是电位升。各支路电流或电源端电压与回路绕行方向一致为电位降; 各支路电流或电源端电压与回路绕行方向相反为电位升。

4. 电位及其计算

- 1) 用电位的概念求解电路中的电压或电流时, 首先要在电路中设参考点。
- 2) 参考点一般设在电路的外围结点上, 或者将电压源的负极作为参考点。
- 3) 由于电路中各点的电位与路径无关, 所以, 在求解某点电位时, 应选择元件最少的支路列方程。

难点

本章的难点是判断电路器件或支路是发出功率还是吸收功率。

1.3 例题分析

例题 1.1 在图 1-4 的电路中, 已知 $U_S = 2\text{V}$, $I_S = 1\text{A}$, $R = 10\Omega$ 。求 U 和 I 及电源的功率, 并验证功率守恒定律。

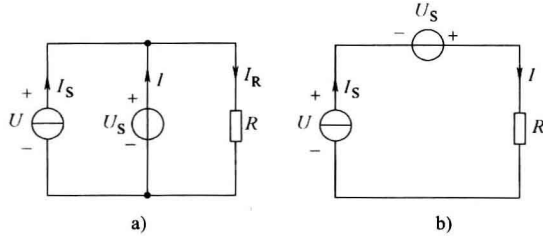


图 1-4 例题 1.1 图

【解】 在图 1-4a 中, 由欧姆定律求得电阻中的电流为

$$I_R = \frac{U_S}{R} = \frac{2}{10}\text{A} = 0.2\text{A}$$

由 KCL 求得电压源中的电流为

$$I = I_R - I_S = (0.2 - 1)\text{A} = -0.8\text{A}$$

由于电流源与电压源并联, 则电流源的端电压为

$$U = U_S = 2\text{V}$$

根据电压与电流的参考方向, 电流源的功率为

$$P_I = -UI_S = (-2 \times 1)\text{W} = -2\text{W} \text{ (电流源发出功率)}$$

电压源的功率为

$$P_U = -U_S I = [-2 \times (-0.8)]\text{W} = 1.6\text{W} \text{ (电压源吸收功率)}$$

电阻吸收的功率为

$$P_R = I_R^2 R = (0.2^2 \times 10)\text{W} = 0.4\text{W}$$

所以, $P_I = P_U + P_R$, 电路功率守恒。

在图 1-4b 中, 由于电流源与电压源、电阻串联, 则电压源中的电流为

$$I = I_S = 1\text{A}$$

由 KVL 求得电流源的端电压为

$$U = IR - U_S = (1 \times 10 - 2)\text{V} = 8\text{V}$$

根据电压与电流的参考方向, 电流源的功率为

$$P_I = -UI_S = (-8 \times 1)\text{W} = -8\text{W} \text{ (电流源发出功率)}$$

电压源的功率为

$$P_U = -U_S I = (-2 \times 1)\text{W} = -2\text{W} \text{ (电压源也发出功率)}$$

电阻吸收的功率为

$$P_R = I^2 R = (1^2 \times 10)\text{W} = 10\text{W}$$

所以 $P_1 + P_U = P_R$ ，电路功率守恒。

例题 1.2 在图 1-5a 的电路中，已知 $U_{S1} = 10\text{V}$ ， $U_{S2} = 4\text{V}$ ， $U_{S3} = 2\text{V}$ ； $R_1 = 2\Omega$ ， $R_2 = 4\Omega$ ， $R_3 = 6\Omega$ 。求开路电压 U_{ab} 。

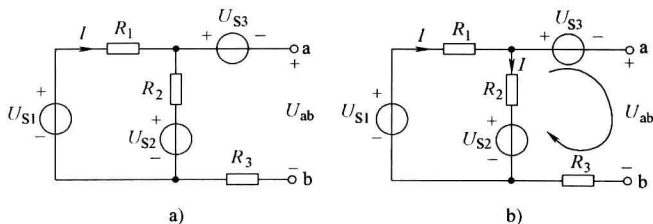


图 1-5 例题 1.2 图

【解】 在图 1-5a 的电路中，由于 a、b 两端开路，故电阻 R_3 和电压源 U_{S3} 中的电流为零。若要求出 U_{ab} ，先求电阻 R_1 或 R_2 中的电流。由于 a、b 两端开路，电阻 R_1 和 R_2 是串联关系，则 R_2 中的电流也是 I 。由欧姆定律得

$$I = \frac{U_{S1} - U_{S2}}{R_1 + R_2} = \frac{10 - 4}{2 + 4} \text{A} = 1 \text{A}$$

按图 1-5b 的回路绕行方向，根据 KVL，即电位降之和等于电位升之和，有

$$U_{ab} + U_{S3} = U_{S2} + IR_2$$

所以，开路电压为

$$U_{ab} = U_{S2} + IR_2 - U_{S3} = (4 + 1 \times 4 - 2) \text{V} = 6\text{V}$$

例题 1.3 求图 1-6 电路中的电位 V_C 。

【解】 此题先求出 A 和 B 点的电位，再求 C 点的电位。

由于 12V 电源与 1Ω 电阻串联支路中无电流，所以，A 点的电位 $V_A = 12\text{V}$ 。

由于 6V 电源与 1Ω 、 2Ω 电阻组成独立的闭合回路，它们之间是串联关系。由欧姆定律得 2Ω 电阻中的电流为

$$I = \frac{6}{1 + 2} \text{A} = 2\text{A}$$

所以，B 点的电位为

$$V_B = 2I + V_A \ominus$$

则

$$V_B = (2 \times 2 + 12) \text{V} = 16\text{V}$$

由于 3V 电源与 1Ω 电阻串联支路中无电流，所以，C 点的电位为

$$V_C = -3\text{V} + V_B$$

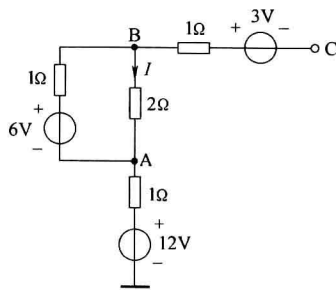


图 1-6 例题 1.3 图

⊖ 本书述及的方程在运算过程中，为使运算简洁便于阅读，若对量的单位无标注及特殊说明，则此方程均为数值方程，而方程中的物理量均采用 SI 单位，如电压 $U(u)$ 的单位为 V；电流 $I(i)$ 的单位为 A；功率 P 的单位为 W；无功功率 Q 的单位为 var，视在功率 S 的单位为 V·A；电阻 R 的单位为 Ω ；电导 G 的单位为 S；电感 L 的单位为 H；电容 C 的单位为 F；时间 t 的单位为 s 等。

即

$$V_c = (-3 + 16)V = 13V$$

1.4 思考题分析

1. 如何理解实际电路与电路模型的区别？举例说明。

【解】 实际电路是由实际电气元器件组成。电路模型是由理想的电气元器件组成。

实际电气元器件的电磁性质一般比较复杂，例如手电筒中的小灯泡，当有电流通过时，它除了消耗电能呈现电阻的主要特性外，还会在其周围产生一个很弱的磁场，在实际应用中，这个弱的磁场可以忽略不计。因此，在一定的工程应用条件下，可将实际电气元器件理想化，理想化是只考虑它们的主要电磁特性，忽略其次要因素，把它们看成是理想电气元器件。

2. 参考方向的作用是什么，如何根据分析结果判定电压、电流的实际方向？

【解】 参考方向的作用是确定复杂电路电压、电流的实际方向。由于复杂电路中的支路电压、电流的实际方向事先很难判断，所以在分析复杂电路之前要设支路电压和电流的参考方向。然后按参考方向列方程，若其分析结果中的电压或电流为正值，说明电压或电流的实际方向与参考方向相同；若为负值，说明电压或电流的实际方向与参考方向相反。

3. 电功率大的用电器，在使用时吸收的电能也一定大。这种说法正确吗？为什么？

【解】 这种说法不对，应该是在一定正常工作时间内，电功率大的用电器，电功也一定大，因为电能 = 电功率 × 工作时间。

4. 两个额定值分别是“110V，40W”、“110V，100W”的灯泡，能否串联后接到220V的电源上使用？当两只灯泡的额定功率相同，情况又如何？

【解】 不能串联使用。因为两只灯泡的额定功率不同，40W的灯泡电阻大于100W的灯泡电阻，导致40W灯泡两端的电压超过额定电压110V而烧坏，100W灯泡两端的电压低于110V而不能正常工作。两只灯泡的额定功率相同时，可以串联使用。

5. 电压源在使用的时候不能将其直接短路，电流源在使用时不能将其开路，为什么？

【解】 由于实际电压源的内阻很小，若将其直接短路，则短路电流很大，超过其电源的额定电流，导致电压源损坏。

由于实际电流源的内阻很大，若将其直接开路，其电流源两端的电压很大，超过其电源的额定电压，导致电流源损坏。

1.5 习题分析

1-1 已知部分电路的端口特性如图1-7所示。(1)说明各部分电路的端口电压、电流参考方向是否为关联参考方向？(2)试求各部分电路的功率，并指出是发出功率还是吸收功率。

【解】 (1) 图1-7a、b和c的电压与电流的参考方向为关联参考方向。

(2) 图1-7a, $P = UI = (3 \times 2)W = 6W$, 吸收功率

图1-7b, $P = UI = [5 \times (-3)]W = -15W$ (发出功率)

图1-7c, $P = UI = [4 \times (-3)]W = -12W$ (发出功率)

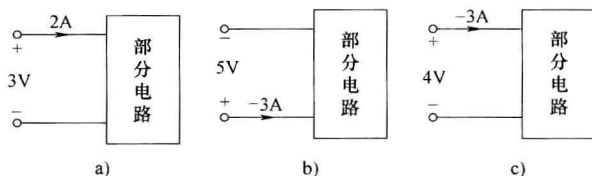


图 1-7 习题 1-1 图

1-2 写出图 1-8 电路中各支路的伏安关系。

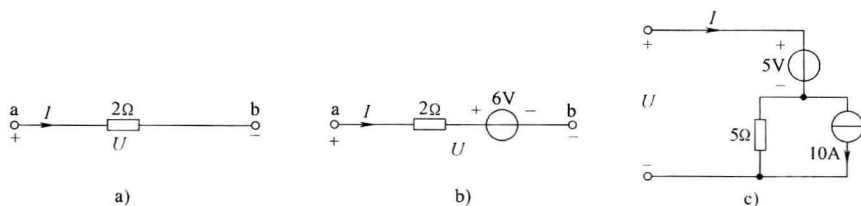


图 1-8 习题 1-2 图

【解】 图 1-8a, $U = 2I$

图 1-8b, $U = 2I + 6$

图 1-8c, 5Ω 电阻中的电流为 $I - 10$, 所以, $U = 5 + 5 \times (I - 10)$

1-3 一只“ 100Ω 、 100W ”的电阻与 120V 电源相串联, 至少要串入多大的电阻 R 才能使该电阻正常工作? 电阻 R 上消耗的功率又为多少?

【解】 设 100Ω 、 100W 的电阻为 R_L , 电路如图 1-9 所示。由于 $P_L = I^2 R_L$, 所以, 电路中的电流 I 为

$$I = \sqrt{\frac{P_L}{R_L}} = \sqrt{\frac{100}{100}} \text{A} = 1 \text{A}$$

由于 R_L 两端的电压为

$$U_L = IR_L = (1 \times 100) \text{V} = 100 \text{V}$$

所以 $U_R = IR = (120 - 100) \text{V} = 20 \text{V}$

要串联的电阻为

$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{20}{1} \Omega = 20 \Omega$$

消耗的功率为

$$P = I^2 R = (1^2 \times 20) \text{W} = 20 \text{W}$$

1-4 需要为一应用电路选取熔丝。可选熔丝标出的熔断电流分别为 1.5A 、 3A 、 4.5A 和 5A 。如果供电电压为 100V , 最大允许耗电功率为 450W , 则应该选哪个熔丝? 为什么?

【解】 由于 $P = UI$

符合要求的熔丝的熔断电流为 $I = \frac{P}{U} = \frac{450}{100} \text{A} = 4.5 \text{A}$

所以, 应该选熔断电流为 4.5A 的熔丝。

1-5 图 1-10a 中, 方框代表某一电路元器件。试求各元件的功率, 并验证功率守恒定律。

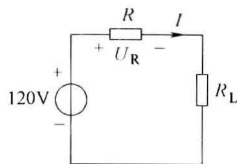


图 1-9 习题 1-3 图

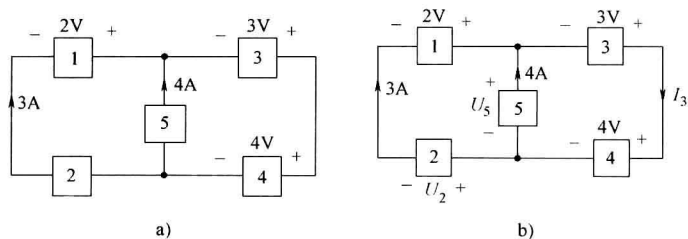


图 1-10 习题 1-5 图

【解】 设元件 2 两端的电压为 U_2 ，元件 5 两端的电压为 U_5 ，元件 3 和元件 4 中的电流为 I_3 ，它们的参考方向如图 1-10b 所示。

由图 1-10b 求得

$$U_5 = (-3 + 4) \text{V} = 1 \text{V}, U_2 = 2 \text{V} - U_5 = (2 - 1) \text{V} = 1 \text{V}, I_3 = (3 + 4) \text{A} = 7 \text{A}$$

所以，元件 1 的功率 $P_1 = -(2 \times 3) \text{W} = -6 \text{W}$ （发出功率）

元件 2 的功率 $P_2 = (1 \times 3) \text{W} = 3 \text{W}$ （吸收功率）

元件 3 的功率 $P_3 = (-3 \times 7) \text{W} = -21 \text{W}$ （发出功率）

元件 4 的功率 $P_4 = (4 \times 7) \text{W} = 28 \text{W}$ （吸收功率）

元件 5 功率 $P_5 = (-1 \times 4) \text{W} = -4 \text{W}$ （发出功率）

则 $P_{\text{吸}} = P_2 + P_4 = (3 + 28) \text{W} = 31 \text{W}$

$$P_{\text{发}} = P_1 + P_3 + P_5 = (6 + 21 + 4) \text{W} = 31 \text{W} \text{ (故电路功率守恒)}$$

1-6 电路如图 1-11a 所示。试求电流 I_1 ，并计算各元件吸收的功率。

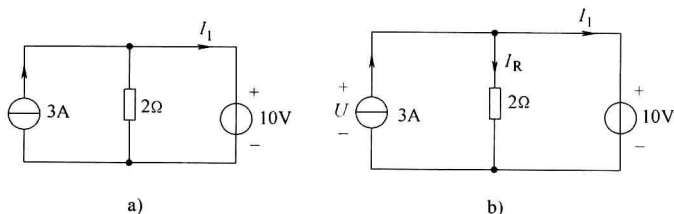


图 1-11 习题 1-6 图

【解】 设电流源两端的电压为 U ，电阻中的电流为 I_R ，它们的参考方向如图 1-11b 所示。

$$\text{由欧姆定律得 } I_R = \frac{10}{2} \text{A} = 5 \text{A}$$

$$\text{由 KCL 得 } I_1 = 3 \text{A} - I_R = (3 - 5) \text{A} = -2 \text{A}$$

电流源的端电压为 $U = 10 \text{V}$

电流源的功率为 $P_1 = -U \times 3 \text{A} = (-10 \times 3) \text{W} = -30 \text{W}$ （电流源发出功率）

电压源的功率为 $P_U = 10 \text{V} \times I_1 = 10 \times (-2) \text{W} = -20 \text{W}$ （电压源发出功率）

电阻吸收的功率为 $P_R = I_R^2 R = (5^2 \times 2) \text{W} = 50 \text{W}$

所以， $P_1 + P_U = P_R$ ，电路功率守恒。

1-7 在图 1-12a、b 所示的电路中，若 $I = 0.6 \text{A}$ ，试计算 R ；在图 1-12c、d 所示的电路

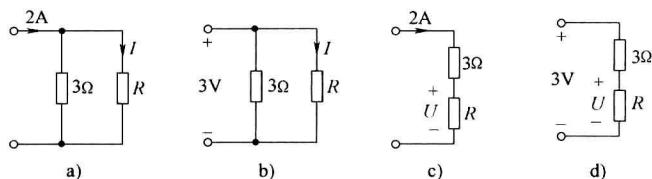


图 1-12 习题 1-7 图

中, 若 $U = 0.6\text{V}$, 试计算 R 。

【解】 在图 1-12a、b 电路中, 设电阻 R 两端的电压为 U , 设 3Ω 电阻中的电流为 I_1 , 它们的参考方向与电流 I 关联。

图 1-12a 中, 3Ω 电阻中的电流 $I_1 = (2 - 0.6)\text{A} = 1.4\text{A}$, 所以, 电阻 R 两端的电压为

$$U = (3 \times 1.4)\text{V} = 4.2\text{V}$$

则

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4.2}{0.6}\Omega = 7\Omega$$

图 1-12b 中, $R = \frac{U}{I} = \frac{3}{0.6}\Omega = 5\Omega$

图 1-12c 中, $U = R \times 2\text{A}$, 所以 $R = \frac{U}{2\text{A}} = \frac{0.6}{2}\Omega = 0.3\Omega$

图 1-12d 中, 设电流为 I , 其参考方向与 3V 电压的参考方向关联。由欧姆定律得

$$I = \frac{(3\text{V} - U)}{3\Omega} = \frac{2.4}{3}\text{A} = 0.8\text{A}$$

所以

$$R = \frac{U}{0.8\text{A}} = \frac{0.6}{0.8}\Omega = 0.75\Omega$$

1-8 根据基尔霍夫定律求出图 1-13 电路中各元器件的未知电流和电压。

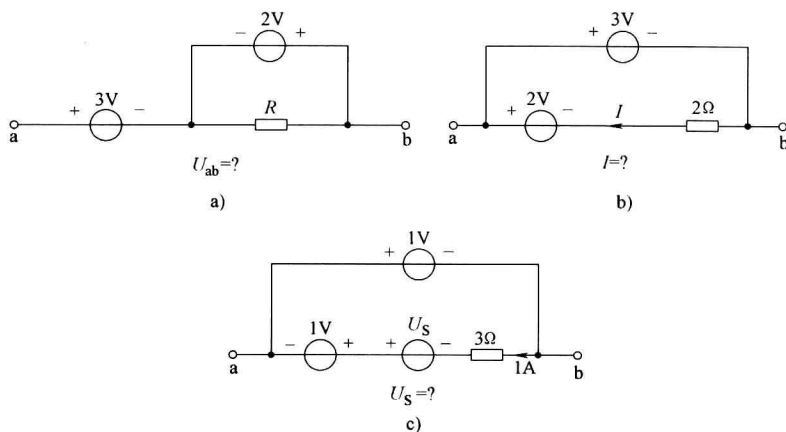


图 1-13 习题 1-8 图

【解】 在图 1-13a 中, $U_{ab} = (3 - 2)\text{V} = 1\text{V}$

在图 1-13b 中, 设电阻两端的电压为 U_R , 其参考极性与电流 I 非关联, 则

$$I = -\frac{U_R}{2\Omega} = -\frac{(3-2)}{2}A = -0.5A$$

在图 1-13c 中, 由 KVL 得, $U_S = (1 + 1 + 3 \times 1)V = 5V$

1-9 在图 1-14a 所示的电路中, 已知 $u_1 = u_3 = 1V$, $u_2 = 4V$, $u_4 = u_5 = 2V$ 。求电压 u_x 。

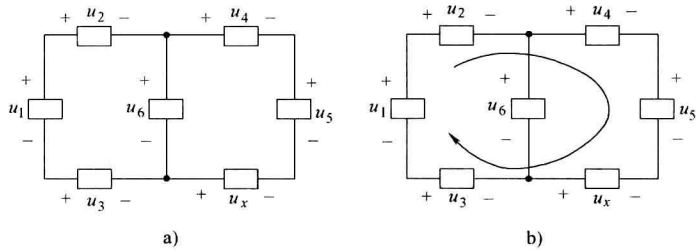


图 1-14 习题 1-9 图

【解】 设图 1-14a 的回路绕行方向如图 1-14b 所示。由 KVL 得

$$u_x + u_3 + u_1 = u_2 + u_4 + u_5$$

所以, $u_x = u_2 + u_4 + u_5 - u_3 - u_1$, 即

$$u_x = (4 + 2 + 2 - 1 - 1)V = 6V$$

1-10 在图 1-15 所示的电路中, 已知 $i_1 = 2A$, $i_2 = 3A$ 。求电流 i_3 。

【解】 由 KCL 得

$$i_3 = -i_1 - i_2 = (-2 - 3)A = -5A$$

1-11 已知电路如图 1-16 所示。试求电流 I 和电压 U 。

【解】 由图可知, $I_R = \frac{1}{2}A = 0.5A$ 。

所以

$$I = I_R + 1A = 1.5A$$

则

$$U = (-3 \times 1 + 1)V = -2V$$

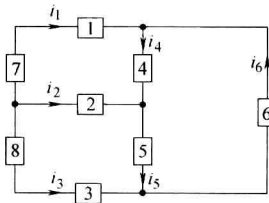


图 1-15 习题 1-10 图

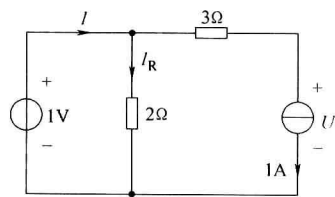


图 1-16 习题 1-11 图

1-12 求图 1-17a 所示电路中的开路电压 U_{ab} 。

【解】 在电路中设参考点, 如图 1-17b 所示。由分压公式求得 V_a 为

$$V_a = \left(\frac{8}{2+8} \times 10\right)V = 8V$$

则

$$V_b = (3 \times 2 + 4)V = 10V$$

所以

$$U_{ab} = V_a - V_b = (8 - 10)V = -2V$$

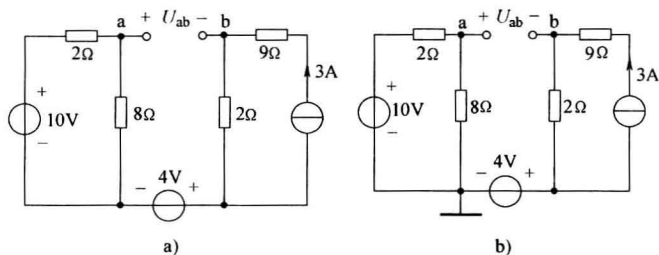


图 1-17 习题 1-12 图

1-13 在图 1-18 所示的电路中，已知电流 $I = 10\text{mA}$ ， $I_1 = 6\text{mA}$ ， $R_1 = 3\text{k}\Omega$ ， $R_2 = 1\text{k}\Omega$ ， $R_3 = 2\text{k}\Omega$ 。求电流表 A_4 和 A_5 的读数。

【解】 由 KCL，得

$$I_2 = I - I_1 = (10 - 6)\text{mA} = 4\text{mA}$$

$$U_{ab} = R_1 I_1 = (3 \times 10^3 \times 6 \times 10^{-3})\text{V} = 18\text{V}$$

$$U_{ac} = R_2 I_2 = (1 \times 10^3 \times 4 \times 10^{-3})\text{V} = 4\text{V}$$

$$U_{bc} = -U_{ab} + U_{ac} = (-18 + 4)\text{V} = -14\text{V}$$

$$I_3 = \frac{U_{bc}}{R_3} = \frac{-14}{2 \times 10^3}\text{A} = -7\text{mA}$$

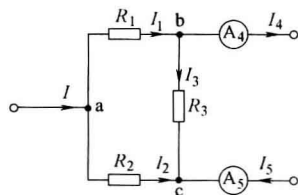


图 1-18 习题 1-13 图

所以， $I_4 = I_1 - I_3 = 13\text{mA}$ ，即 A_4 的读数为 13mA

$I_5 = -I_2 - I_3 = [-4 - (-7)]\text{mA} = 3\text{mA}$ ，即 A_5 的读数为 3mA

1-14 在图 1-19 所示电路中，有几条支路和几个结点？ U_{ab} 和 I 各等于多少？

【解】 此电路有 3 条支路，两个结点。

由于 2Ω 电阻支路不能与其他支路构成回路，则 $I = 0\text{A}$ 。

由欧姆定律，得 $U_{ab} = 0\text{V}$ 。

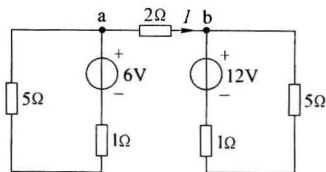


图 1-19 习题 1-14 图

1-15 在图 1-20a 所示的电路中，分别计算开关 S 打开与闭合时 a、b 两点的电位。

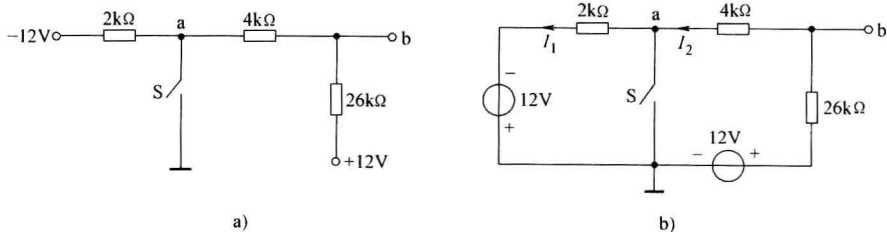


图 1-20 习题 1-15 图

【解】 将图 1-20a 的两个电压源画出来，并设电流 I_1 和 I_2 的参考方向如图 1-20b 所示。

1) 当开关 S 断开时