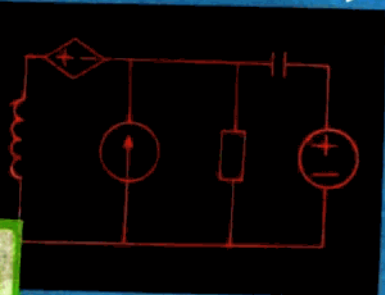


电路基础 习题解答

- 戴国兴 编著
- 马奇环 审订

（适应中专、函授、技工及成人自学）



新疆人民出版社

电路基础习题解答

戴国兴 编著 马奇环 审订

新疆人民出版社出版

(乌鲁木齐市建中路54号)

新疆新华书店发行 新疆新华印刷三厂印刷

787×1092毫米 32开本 14.125印张 2插页 188千字

1989年7月第1版 1989年8月第1次印刷

印数: 1—3170

ISBN7-228-01014-0/G·126 定价: 3.60元

前 言

当前中等专业教育事业迅速发展，各类学校应运而生，为适应这一新形势的需要，笔者结合新疆多民族的特点，编写了这本适于中专、技工、职业高中、函授以及成人自学的《电路基础习题解答》。本书也适合电工爱好者、在职通讯技术工人及在校的汉语班的民族同学学习之用。实践证明：要掌握电工、电子技术、计算机知识及使用现代化电子设备，首先必须学好电路基础知识。

本书共分十二章，内容有：直流简单电路与复杂电路的分析、电容元件与电感元件、正弦交流电路、谐振电路、互感电路、三相电路、磁路、变压器、一阶和二阶电路等。每章前面有简明的内容提要，接着就是例题解答，之后就是习题。全书例题与习题共有500多道，每个习题在本章之后都附有参考答案。本书在编写过程中，力求做到内容全面、系统，选题新颖，概念阐述正确，解题思路清晰、语言通畅，易学易懂，便于掌握。

书中插图由张秀冬、彭建华同志绘制。本书在编写过程中得到新疆邮电学校领导的大力支持，还得到有丰富教学经验的老师戴淑华、费开韬等的帮助，在此一并表示感谢！

限于编者水平，加之编写时间仓促，书中疏漏、错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

第一章	电路的基本概念和基本定律.....	(1)
第二章	简单电路的分析.....	(19)
第三章	线性网络的分析方法和定理.....	(51)
第四章	电容元件和电感元件.....	(91)
第五章	正弦交流电路.....	(113)
第六章	谐振电路.....	(176)
第七章	互感电路.....	(208)
第八章	三相电路.....	(250)
第九章	非正弦周期电流电路.....	(276)
第十章	磁路.....	(313)
第十一章	变压器.....	(328)
第十二章	一阶和二阶电路.....	(367)

第一章 电路的基本概念和 基本定律

本章提要

一、电路理论研究的对象是由理想电路元件（定义）构成的电路——电路模型。

每一种电路元件有各自的精确定义，表征参数，伏安关系和能量特性。

在本章中只介绍了两种电路元件——电阻元件和电压源元件，其他各种电路元件将在以后各章中陆续介绍。

二、电路分析的变量有电流、电压和功率等。在分析电路时首先要假定电路中各电流、电压的参考方向，也就是正方向。参考方向是任意选定的，但一经选定，在列基尔霍夫电流、电压方程（即KCL、KVL）时，就以此为准。另外，所有元件的伏安关系，都是在一定的参考方向下得出的。

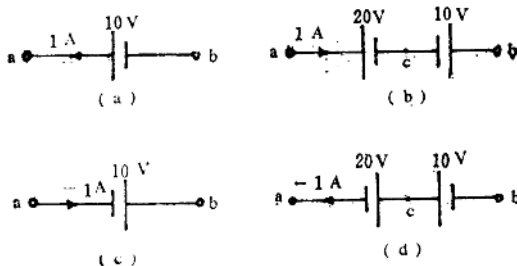
三、电路分析的基本依据是KVL、KCL和电路元件的伏安关系。

在电路中，各个支路电流、支路电压将受两种约束，其一来自元件自身特性的约束，即来自元件伏安关系的约束（与元件间的连接方式无关）；另一来自电路连接方式的约束（与元件的特性无关）。这两种约束是贯穿全课程的一条基本线索。

+

【例 题】

1-1 (1) 求下图中各段电路的 U_{ab} 。



例题 1-1 图 (1)

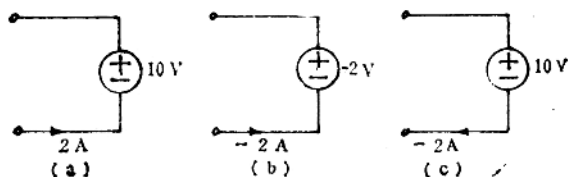
解 (a)图, 电流的流向与电压源两端电压极性无关, a点电位高于b点电位10(V), 故 $U_{ab} = V_a - V_b = 10$ (V)。

同理对于 (b) 图, $U_{ab} = (V_a - V_c) + (V_c - V_b) = 20 - 10 = 10$ (V)

(c) 图, $U_{ab} = -10$ (V)

(d) 图, $U_{ab} = (V_a - V_c) + (V_c - V_b) = -20 + 10 = -10$ (V)

(2) 计算下图所示各电压源的功率。并说明是发出功率还是吸收功率。



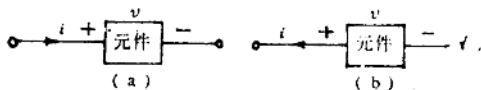
例题 1-1 图 (2)

解 (a) 图, 把电压源看成一元件, 电流从元件正极流出, 故该元件发出功率 20 (W)。

(b) 图, 实际上电流从电源的正极流出, 故该电源发出功率 4 (W)。

(c) 图, 实际上电流是从电源正极流出, 故该电源发出功率 20 (W)。

另一种判别方法是: 元件两端电压 v 的方向与流过该元件电流 i 的方向如果是关联的, 并且 v 和 i 的数值相乘以后大于零, 则该元件吸收功率, 这里包括两种情况: v 和 i 本身数值都大于零; v 和 i 本身数值都小于零。如果 v 和 i 方向虽然关联, 但两者相乘的值小于零, 则元件发出功率。如图示



例题 1—1 图 (3)

$$\left. \begin{array}{l} i > 0 \\ v > 0 \end{array} \right\} P = vi > 0, \quad \left. \begin{array}{l} i < 0 \\ v < 0 \end{array} \right\} P = vi > 0$$

P 为吸收功率

如果 v 与 i 的方向是非关联的, 并且两者数值相乘后大于零, 则该元件发出功率; 如果两者数值相乘后小于零, 则吸收功率。这里同样包括两种情况, 读者自己分析。如图示

$$\left. \begin{array}{l} i > 0 \\ v < 0 \end{array} \right\} P = vi < 0, \quad \left. \begin{array}{l} i < 0 \\ v > 0 \end{array} \right\} P = vi < 0$$

P 为发出功率

1—2 已知 $I_1 = 5\text{A}$, 求 V_{1b} 、 I_2 、 I_3 和 R_3 。

解 (根据克希荷夫电压定律看左边环路) 已知电流 I_1 可求出

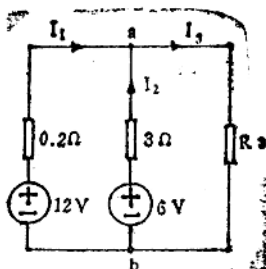
$$V_{ab} = -0.2I_1 + 12 = 11 \text{ (V)}$$

由中间支路

$$V_{ab} = -3I_2 + 6$$

$$\therefore I_2 = -\frac{1}{3} (6 - V_{ab})$$

$$= -\frac{5}{3} \text{ (A)}$$



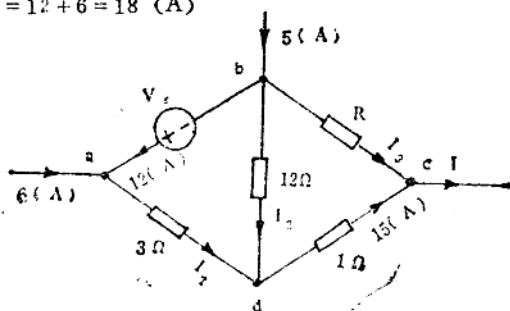
例题 1—2 图

由节点电流定律列 a 端点方程求得 $I_3 = I_1 + I_2 = 5 - \frac{5}{3}$
 $= \frac{10}{3} \text{ (A)}$

$$\therefore R = \frac{V_{ab}}{I_3} = \frac{11}{10/3} = 3.3 \text{ (}\Omega\text{)}$$

1—3 图示为某复杂电路的一部分, 求图中 I 、 V 、 R 及电压源发出的功率。

解 由节点电流定律列 a 端点方程可求出流经 3Ω 电阻的电流 $I_1 = 12 + 6 = 18 \text{ (A)}$



例题 1—3 图

由节点d得 $I_1 + I_2 = 15(\text{A})$,

则 $I_2 = 15 - I_1 = -3(\text{A})$

由回路abda列出克希荷夫电压方程 (又名回路电压方程) : $V_{ab} + V_{bd} + V_{da} = 0$, $V_a = V_{ab}$

$$V_a = 3I_1 - 12I_2 = 3 \times 18 - 12 \times (-3) = 90(\text{V})$$

同理: 由回路bcdb列出电压方程

$$V_{bc} = 12I_2 + 15I_1 = 12 \times (-3) + 15 \times 1 = -21(\text{V})$$

由节点b得 $I_3 = 5 - 12 - (-3) = -4(\text{A})$

从而求出 $I = 15 + I_3 = 15 - 4 = 11(\text{A})$

$$\therefore R = V_{bc}/I_3 = -21/-4 = 5.3\Omega$$

电源V, 放出功率 $P = 12 \times 90 = 1080(\text{W})$

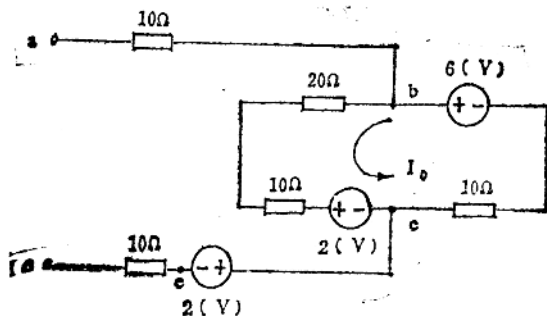
1—4 求图示电路中 V_{ac} 和 V_{ad} 。

解 列出网孔电压方程。网孔回路电流设为 I_0 。

则 $20I_0 + 10I_0 + 2 + 10I_0 - 6 = 0$

即 $I_0 = 1/10(\text{A})$

又 $\because V_{ac} = V_{ab} + 20I_0 + 10I_0 + 2$



例题 1—4 图

电路中 $V_{ab} = 0$, $V_{cd} = 0$, 因为本电路与外界无连接

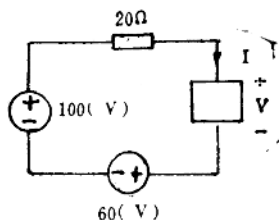
$$\therefore V_{ac} = (20 + 10)I_0 + 2 = 5 \text{ (V)}$$

$$V_{ad} = V_{ac} + V_{cd} = 5 + 2 = 7 \text{ (V)}$$

1—5 求图示电路中的电流、元件两端电压 V 及元件吸收的功率, 若

(1) 100(V) 电源发出功率 100 (W);

(2) 100(V) 电源发出功率 300 (W)。



例题 1—5 图

解 (1) 100 (V) 电源发出功率 100 (W), 则电流 $I = P/V = 100/100 = 1 \text{ (A)}$

电阻 20Ω 两端电压为 $V_R = 20I = 20 \text{ (V)}$

利用电压方程则 $V = -20I + 100 - 60 = 20 \text{ (V)}$

可知该元件吸收功率 $P = VI = 20 \text{ (W)}$ 。

(2) 100(V) 电源发出功率为 300W 时电流 $I = 300/100 = 3 \text{ (A)}$, 则 $V = -20I + 100 - 60 = -20 \text{ (V)}$

此时该元件吸收功率 $P = VI = -60 \text{ (W)}$, 相当于一电源发出功率 60(W)。

1—6 求图示电路中所有支路的电压, 利用功率平衡关系校核答案是否正确。

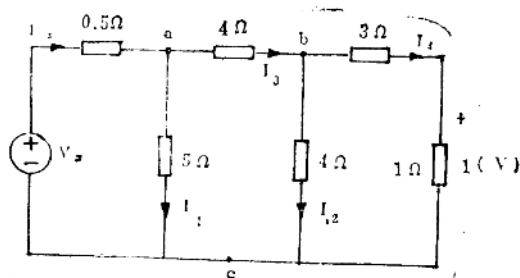
解 利用便利条件先求出 $I_4 = 1 \text{ (A)}$,

$$V_{bc} = 3I_4 + 1 = 4 \text{ (V)} \text{ 从而求得 } I_2 = \frac{V_{bc}}{4} = 4/4 = 1 \text{ (A)}$$

$$I_3 = I_2 + I_4 = 2 \text{ (A)}$$

$$V_{ac} = 4I_3 + 4I_2 = 4 \times 2 + 4 \times 1 = 12 \text{ (V)}$$

$$I_1 = V_{ac}/5 = 12/5 = 2.4 \text{ (A)}$$



例题 1—6 图

$$I_s = I_1 + I_3 = 2.4 + 2 = 4.4 \text{ (A)}$$

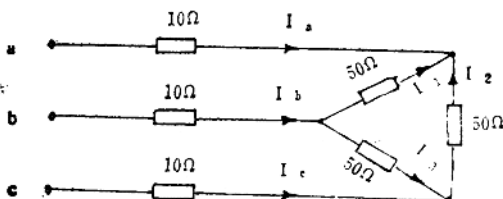
$$\text{电源电压 } V_s = 0.5I_s + V_{ac} = 0.5 \times 4.4 + 12 = 14.2 \text{ (V)}$$

$$\text{电源 } V_s \text{ 发出功率 } P = V_s I_s = 14.2 \times 4.4 = 62.48 \text{ (W)}$$

$$\text{可以计算各电阻吸收功率的和为 } P_R = 62.48 \text{ (W)}$$

由此可知，电源释放功率正是各电阻消耗功率之和，本电路符合功率平衡关系。

1—7 图示电路中，若已知 $I_1 = 1.5 \text{ (A)}$ ， $I_2 = -1 \text{ (A)}$ ，求 I_3 ， V_{ab} 和 V_{bc} 。



例题 1—7 图

解 利用三角形回路列出电压方程

$$50I_3 + 50I_2 = 50I_1$$

$$\text{则 } I_3 = I_1 - I_2 = 1.5 - (-1) = 2.5 \text{ (A)}$$

利用各节点电流方程可求得

$$I_a = -(I_1 + I_2) = -0.5 \text{ (A)}$$

$$I_b = I_1 + I_3 = 4 \text{ (A)}$$

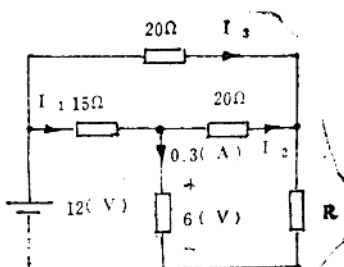
$$I_c = I_2 - I_3 = -1 - 2.5 = -3.5 \text{ (A)}$$

从而求得 $V_{ab} = 10I_a -$

$$50I_1 - 10I_b = -120 \text{ (V)}$$

$$V_{bc} = 10I_b + 50I_3 - 10I_c = 200 \text{ (V)}$$

1—8 电路如图所示，求电源发出的功率和电阻 R。



例题 1—8 图

解 利用回路电压方程求得电阻 15Ω 两端电压 V_{1a}

$$= 12 - 6 = 6 \text{ (V)} \quad \text{则}$$

$$I_1 = V_{1a} / 15 = 6 / 15 = 0.4 \text{ (A)}$$

$$\text{利用节点电流方程求得 } I_2 = I_1 - 0.3 = 0.4 - 0.3 = 0.1 \text{ (A)}$$

上面网孔的电压方程为 $20I_3 = 15I_1 + 20I_2$ 则

$$I_3 = 0.4 \text{ (A)}$$

流经 R 的电流 $I = I_2 + I_3 = 0.5 \text{ (A)}$

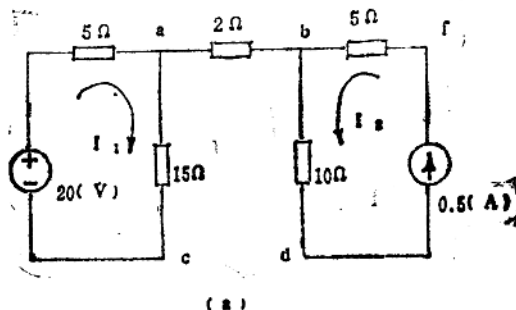
右下网孔的电压方程为

$$6 = 20I_2 + IR \quad \text{则}$$

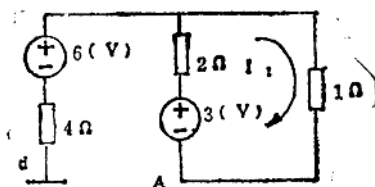
$$R = 8\Omega$$

$$\text{电源放出功率 } P = 12 \times (I_1 + I_3) = 12 \times 0.8 = 9.6 \text{ (W)}$$

1—9 对下图示各电路，按要求写出解答。



(a)



(b)

例题 1—9 图

(a) $V_{ab} =$ ____ 伏; $V_{cd} =$ ____ 伏; $V_{df} =$ ____ 伏

(b) $V_A =$ ____ 伏

解 (a) 图中电阻 2Ω 的支路无电流，因为该电阻没有和任何电源构成回路，故 $V_{ab} = 0$ 。设左右两回路中电流分别为 I_1 和 I_2 ，容易求得 $I_1 = 1$ (A)， $I_2 = 0.5$ (A)。

现选一参考点即 $V_d = 0$ (或选任意一点为参考点都行)，以 d 点为开端顺次求出 V_b 、 V_a 、 V_c 各电位。根据电阻的电压升就取正，电阻的电压降就取负为原则，则

$$V_b = RI_2 = 10 \times 0.5 = 5 \text{ (V)} \quad \text{即 } V_{bd} = 5 \text{ (V)}$$

$$V_b = V_a \text{ 即 } V_{ab} = 0$$

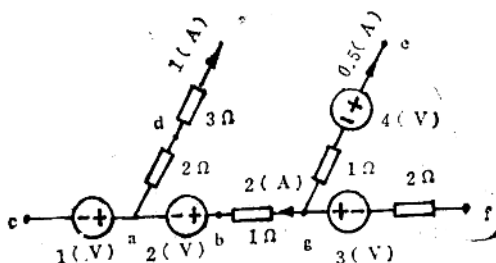
$$V_a = (V_a - 15I_1) = V_{bd} + V_{ab} + V_{ca} = 5 + 0 - 15 \times 1 = -10 \text{ (V)} \text{ 即 } V_{ad} = -10 \text{ (V)}$$

$$V_f = (10 + 5) \times 0.5 = 7.5 \text{ (V)} \text{ 即 } V_{df} = -7.5 \text{ (V)}$$

(b) 图中闭合回路的电流 $I = 3/(2+1) = 1 \text{ (A)}$ 。因为 6 (V) 电源没有和其它元件构成回路，故无电流通过该电源， 4Ω 电阻上无压降。从参考点 d 为开端，得 A 点电位为 $V_A = 6 - 1 \times 1 = 5 \text{ (V)}$ 。

由上可知：求电路中某一点电位，先从参考点开始沿元件最少的一支路（当然沿任意支路也可以）到达该点，这条支路上的电压代数数和就是所求该点的电位（在这当中电压升取正，电压降取负）。

1—10 如下图所示某电路中的一部分电路。如果规定 a 点为参考点即 $V_a = 0$ ，求其他各点电位。



例题 1—10 图

解 从 a 点到 d 点电流流经 2Ω 电阻，其电压下降，故 $V_d = -2 \times 1 = -2 \text{ (V)}$ 。（也可解释为：电流 I_1 由 $a \rightarrow d$ 故 $V_a > V_d$ ）

从a点到g点, 经过一电压源为电压升, 又经过一电阻为电压升, 故 $V_g = 2 + 2 \times 1 = 4 \text{ (V)}$ 。

(由节点g, 可知流经 2Ω 的电流 $I = 2 + 0.5 = 2.5 \text{ (A)}$)

同理 $V_f = V_g - 3 + 2 \times 2.5 = 6 \text{ (V)}$

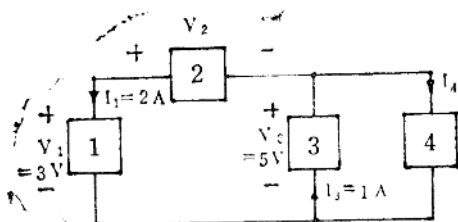
$V_e = V_g - 1 \times 0.5 + 4 = 7.5 \text{ (V)}$

$V_b = 2 \text{ (V)}$

$V_c = -1 \text{ (V)}$

如果另选参考点, 各点电位发生变化, 但任意两点间的电位差不随参考点的不同而变化。读者可自行验证。

1—11图中方框代表电源或电阻元件, 求各元件所消耗的功率, 且指出哪个元件为电源, 哪个元件为电阻。



例题 1—11图

解 解此题时认清电压电流方向, 依据前述方法进行判别。

1元件的端电压和流过的电流是关联方向, 并且 $P_1 = I_1 V_1 = 2 \times 3 = 6 \text{ (W)} > 0$, 故该元件为电阻元件, 吸收功率6W。

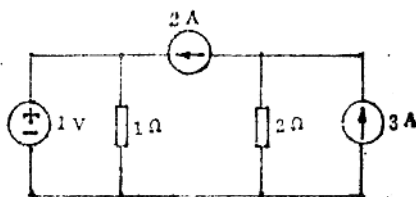
2元件端电压由KVL解出。即 $V_2 = V_1 - V_3 = 3 - 5 = -2 \text{ (V)}$, 则 $P_2 = V_2 I_1 = (-2) \times 2 = -4 \text{ (W)}$ (非关联方向), 故该元件为电阻元件, 吸收功率4W。

3 元件端电压 V_3 与 I_3 呈非关联方向, 并且 $P_3 - V_3 I_3 = 5 \times 1 = 5 \text{ (W)} > 0$, 故该元件为电源, 发出功率 5 W 。

4 元件的 $P_4 = V_3 I_4$, 当中 $V_4 = V_3 = 5 \text{ (V)}$, I_4 由 KCL 解出: $I_4 = I_3 - I_1 = 1 - 2 = -1 \text{ (A)}$, 则 $P_4 = 5 \times (-1) = -5 \text{ (W)} < 0$ (关联方向), 故该元件为电源, 发出功率 5 W 。

1—12 求图中各元件的功率, 并验证功率平衡。

解 先求出各元件中的电流、电压, 然后求出各元件的功率。



例题 1—12 图

1Ω 电阻的端电压为 1 (V) , 则流过的电流为 1 (A) 。

由 KCL 可知, 流经 1 (V) 电源的电流为 $2 - 1 = 1 \text{ (A)}$ 。

由 KCL 可知, 流经 2Ω 电阻的电流为 $3 - 2 = 1 \text{ (A)}$, 端电压为 2 (V) , 上正下负。

由 KVL 可知 2 (A) 电源的端电压为 $2 - 1 = 1 \text{ (V)}$, 右正左负。

便得出各元件的功率情况:

1 (V) 电源 $P_{\text{吸}} = 1 \text{ (W)}$

1Ω 电阻 $P_{\text{吸}} = 1 \text{ (W)}$

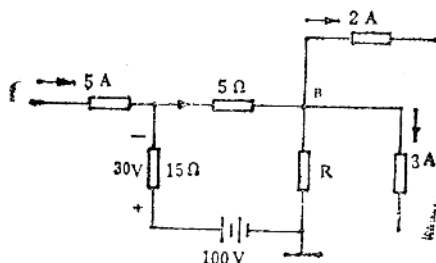
2Ω 电阻 $P_{\text{吸}} = 2 \text{ (W)}$

2 (A) 电源 $P_{\text{吸}} = 2 \text{ (W)}$

3 (A) 电源 $P_{\text{发}} = 6 \text{ (W)}$

$\Sigma P_{\text{吸}} = P_{\text{发}}$ 故功率平衡。

1—13图示电路, 求电阻 R 及 B 点电位 V_B 。



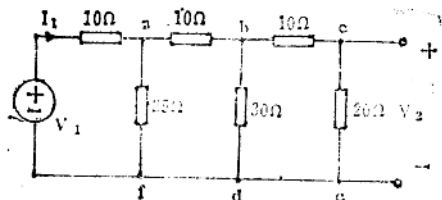
例题 1—13 图

解 立刻解出流经 15Ω 电阻中的电流 (由下而上) 为 $\frac{30}{15} = 2 \text{ (A)}$ 。

由 KCL 解出流经 5Ω 电阻中的电流 (由左至右) 为 $2 + 5 = 7 \text{ (A)}$, 其端电压为 35 (V) (左正右负)。

由 KCL 解出流经电阻 R 中的电流为 $7 - 2 - 3 = 2 \text{ (A)}$, 由 KVL 求出 R 端电压为 $-35 - 30 + 100 = 35 \text{ (V)}$, 则 B 点电位 $V_B = 35 \text{ (V)}$, $R = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ (}\Omega\text{)}$

1—14 图示为一梯形网络:



例题 1—14 图