

第 1 章直流电路习题解答

1.1 求图 1.1 中各元件的功率，并指出每个元件起电源作用还是负载作用。

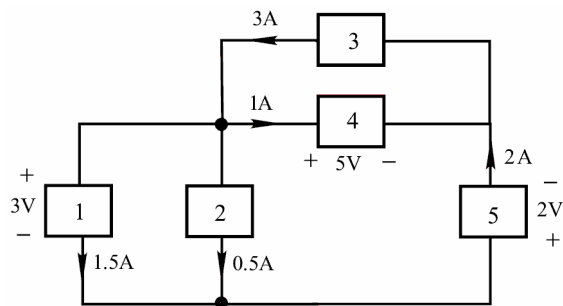


图 1.1 习题 1.1 电路图

解 $P_1 = 3 \times 1.5 = 4.5\text{W}$ (吸收); $P_2 = 3 \times 0.5 = 1.5\text{W}$ (吸收)

$P_3 = -5 \times 3 = -15\text{W}$ (产生); $P_4 = 5 \times 1 = 5\text{W}$ (吸收);

$P_5 = 2 \times 2 = 4\text{W}$ (吸收); 元件 1、2、4 和 5 起负载作用，元件 3 起电源作用。

1.2 求图 1.2 中的电流 I 、电压 U 及电压源和电流源的功率。

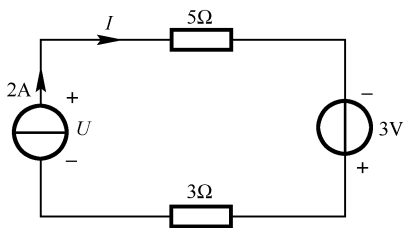


图 1.2 习题 1.2 电路图

解 $I = 2\text{A}$;

$$U = 5I - 3 + 3I = 13\text{V}$$

电流源功率: $P_1 = -2 \cdot U = -26\text{W}$ (产生), 即电流源产生功率 26W。

电压源功率: $P_2 = -3 \cdot I = -6\text{W}$ (产生), 即电压源产生功率 6W。

1.3 求图 1.3 电路中的电流 I_1 、 I_2 及 I_3 。

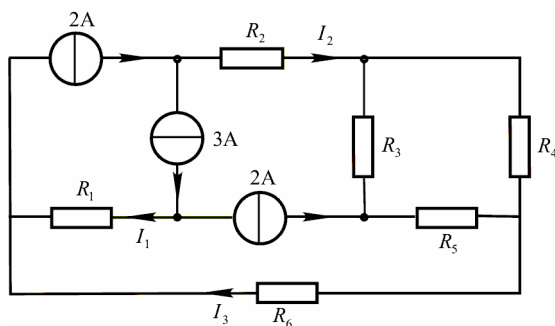


图 1.3 习题 1.3 电路图

解 $I_1 = 3 - 2 = 1\text{A}; I_2 = 2 - 3 = -1\text{A}$

由 R_1 、 R_2 和 R_3 构成的闭合面求得: $I_3 = 2 + I_2 = 1\text{A}$

1.4 试求图 1.4 所示电路的 U_{ab} 。

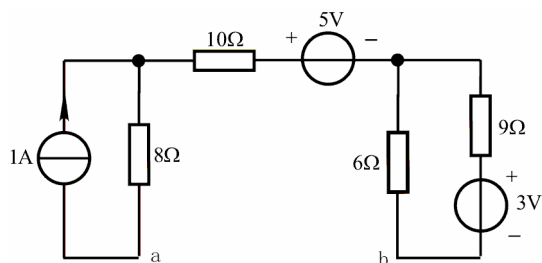


图 1.4 习题 1.4 电路图

解 $U_{ab} = -8 \times 1 + 5 + \frac{6}{6+9} \times 3 = -1.8\text{V}$

1.5 求图 1.5 中的 I 及 U_s 。

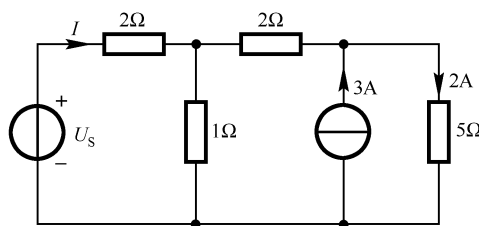


图 1.5 习题 1.5 电路图

解 $I = 2 - 3 + \frac{2 \times (2 - 3) + 2 \times 5}{1} = 7\text{A}$

$$U_s = 2I + 2 \times (2 - 3) + 5 \times 2 = 14 - 2 + 10 = 22\text{V}$$

1.6 试求图 1.6 中的 I 、 I_x 、 U 及 U_x 。

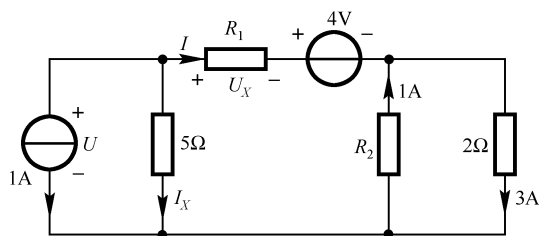


图 1.6 习题 1.6 电路图

解 $I = 3 - 1 = 2\text{A}; I_x = -1 - I = -3\text{A}; U = 5 \cdot I_x = -15\text{V}$

$$U_x = 5 \cdot I_x - 4 - 2 \times 3 = -25\text{V}$$

1.7 电路如图 1.7 所示：(1) 求图(a)中的 ab 端等效电阻；(2) 求图(b)中电阻 R 。

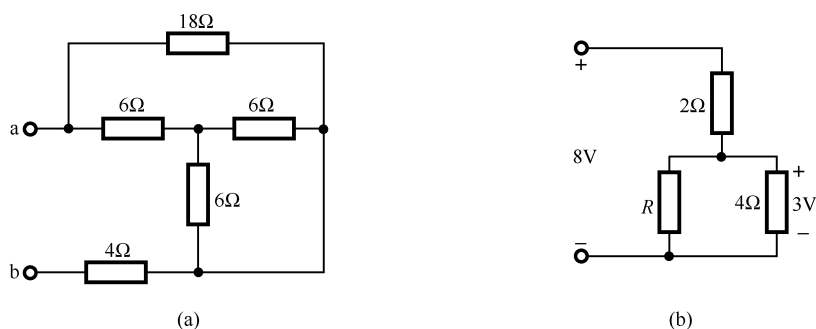


图 1.7 习题 1.7 电路图

解 (1) $R_{ab} = \frac{\left(6 + \frac{6 \times 6}{6 + 6}\right) \times 18}{6 + \frac{6 \times 6}{6 + 6} + 18} + 4 = 6 + 4 = 10\Omega$

(2) $R = \frac{3}{\frac{8-3}{2} - \frac{3}{4}} = \frac{12}{7}\Omega$

1.8 电路如图 1.8 所示：(1) 求图(a)中的电压 U_s 和 U ；(2) 求图(b)中 $U = 2V$ 时的电压 U_s 。

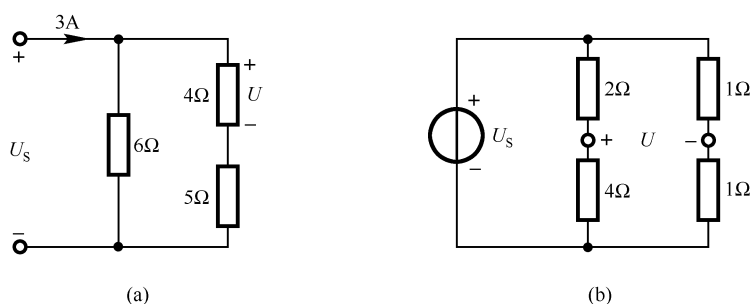


图 1.8 习题 1.8 电路图

解 (a) $U_s = 3 \times \frac{6 \times (4 + 5)}{6 + 4 + 5} = 10.8V$; $U = \frac{4}{4 + 5} \times 10.8 = 4.8V$

(b) $U = \frac{4}{4 + 2} U_s - \frac{1}{1 + 1} U_s$

即 $\frac{2}{3} U_s - \frac{1}{2} U_s = 2$; 求得 $U_s = 12V$

1.9 滑线电阻分压器电路如图 1.9(a) 所示，已知 $R = 500\Omega$ ，额定电流为 $1.8A$ ，外加电压 $500V$ ， $R_1 = 100\Omega$ ，求 (1) 输出电压 U_o ；(2) 如果误将内阻为 0.5Ω ，最大量程为 $2A$ 的电流表连接在输出端口，如图(b)所示，将发生什么结果？

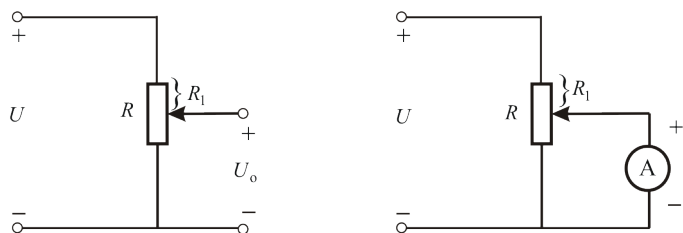


图 1.9 习题 1.9 电路图

解 (1) $U_0 = \frac{R - R_1}{R} \times U = \frac{500 - 100}{500} \times 500 = 400\text{V}$

(2) 设电流表内阻为 R_A ，流过电流表的电流为 I_A （方向各下），则总电流

$$I = \frac{U}{R_1 + \frac{(R - R_1) \times R_A}{R - R_1 + R_A}} = \frac{500}{100 + \frac{400 \times 0.5}{400 + 0.5}} = 4.975\text{A}$$

$$I_A = \frac{R - R_1}{R - R_1 + R_A} \times I = \frac{400}{400 + 0.5} \times 4.975 = 4.969\text{A}$$

由于 $I > 1.8\text{A}$ 的滑线电阻额定电流， $I_A > 2\text{A}$ 的电流表量程，故设备被损坏。

1.10 计算图 1.10 中各支路电流。

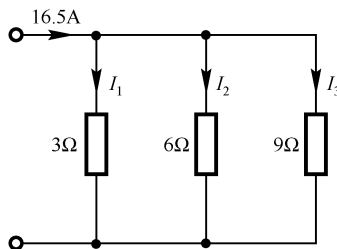


图 1.10 习题 1.10 电路图

解 $I_1 = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}} \times 16.5 = 9\text{A}$

$$I_2 = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}} \times 16.5 = 4.5\text{A}; \quad I_3 = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}} \times 16.5 = 3\text{A}$$

1.11 为扩大电流表量程，要在电流表外侧接一个与电流表并联的电阻 R_m ，此电阻称

为分流器，其电路如图 1.11 所示，已知电流表内阻 $R_g = 5\Omega$ ，若用 100mA 电流表测量 1A 电流时，需接多少欧姆的分流器？该电阻的功率应选择多大？

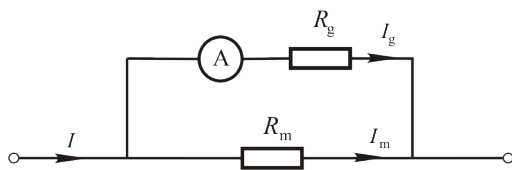


图 1.11 习题 1.11 电路图

解 由于 $I_g R_g = I_m R_m$, $I = I_g + I_m = \left(1 + \frac{R_g}{R_m}\right) I_g$; 则 $R_m = \frac{R_g}{\frac{I}{I_g} - 1} = \frac{5}{10 - 1} = 0.556 \Omega$

$P = I_m^2 \cdot R_m = (1 - 0.1)^2 \times 0.556 = 0.45 \text{ W}$, 故分流器电阻的额定功率应选为 0.5 W 。

1.12 将图 1.12 所示电路化为最简形式。

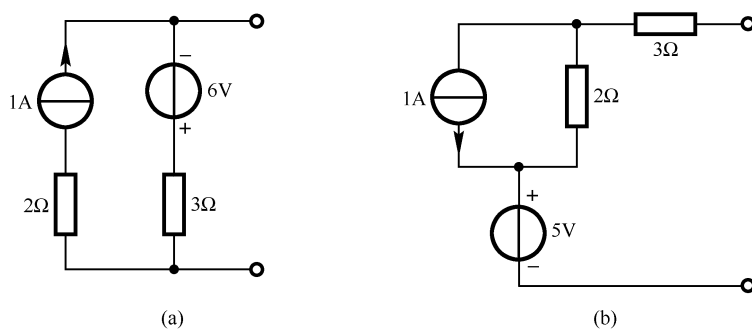
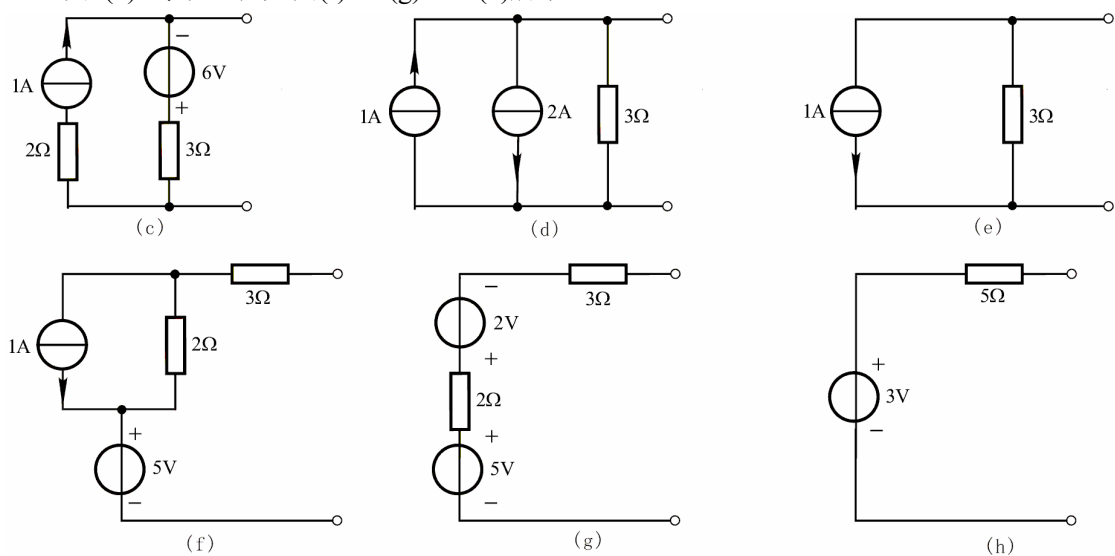


图 1.12 习题 1.12 电路图

解 图 (a) 等效过程如图(c)→(d)→(e)所示

图 (b) 等效过程如图(f)→(g)→(h)所示



1.13 用电源等效变换求图 1.13 中的电流 I 。

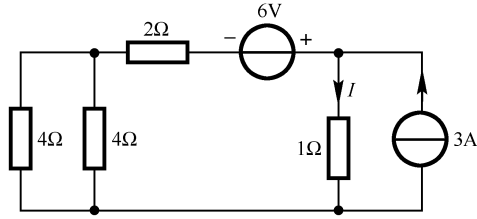
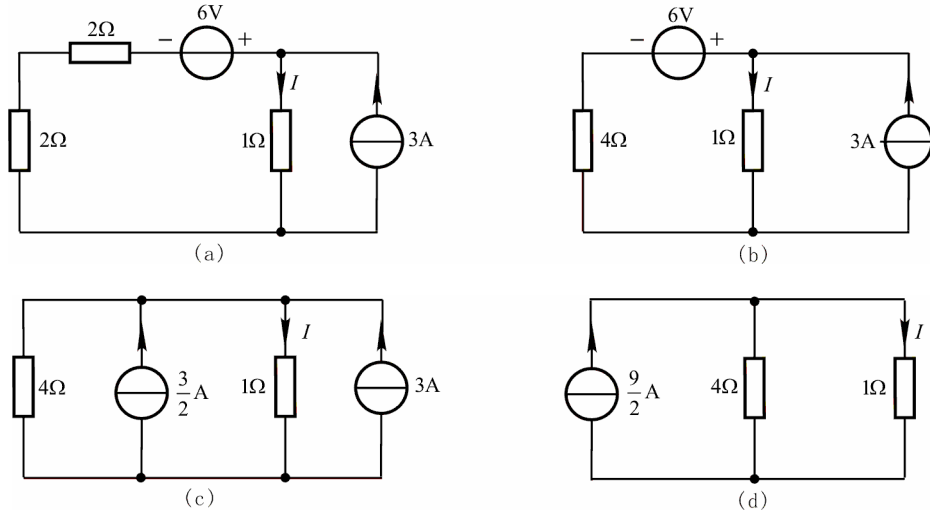


图 1.13 习题 1.13 电路图

解 等效变换如图(a) → (b) → (c) → (d)所示



由分流公式求得
$$I = \frac{4}{4+1} \times \frac{9}{2} = 3.6\text{A}$$

1.14 求图 1.14 所示电路的 a 点电位和 b 点电位。

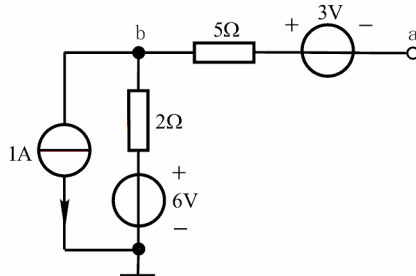


图 1.14 习题 1.14 电路图

解 $V_b = 6 - 2 \times 1 = 4\text{V}; V_a = -3 + V_b = 1\text{V}$

1.15 利用支路电流法求图 1.15 中各支路电流。

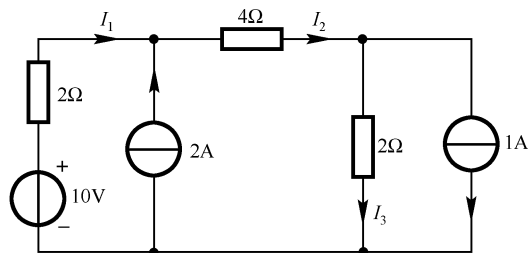


图 1.15 习题 1.15 电路图

解 根据 KCL、KVL 列方程有

$$\begin{cases} I_1 = I_2 - 2 \\ I_2 = I_3 + 1 \\ 2I_1 + 4I_2 + 2I_3 = 10 \end{cases}$$

整理得 $2 \times (I_2 - 2) + 4I_2 + 2 \times (I_2 - 1) = 10$

解得 $I_1 = 0\text{A}$; $I_2 = 2\text{A}$; $I_3 = 1\text{A}$

1.16 利用支路电流法求图 1.16 所示电路的电流 I_1 、 I_2 及 I_3 。

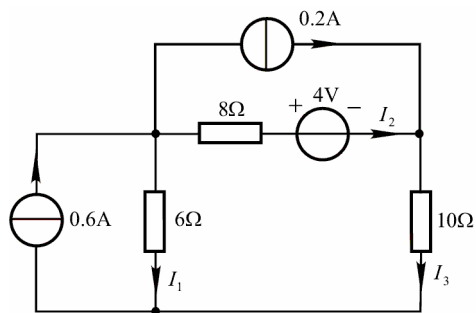


图 1.16 习题 1.16 电路图

解 根据 KCL、KVL 列方程有

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + 0.2 = 0.6 \\ I_2 + 0.2 = I_3 \\ -6I_1 + 8I_2 + 4 + 10I_3 = 0 \end{cases}$$

整理得 $-6 \times (0.4 - I_2) + 8I_2 + 4 + 10 \times (I_2 + 0.2) = 0$

解得 $I_1 = 0.55\text{A}$; $I_2 = -0.15\text{A}$; $I_3 = 0.05\text{A}$

1.17 用节点分析法求图 1.17 中的电压 U 。

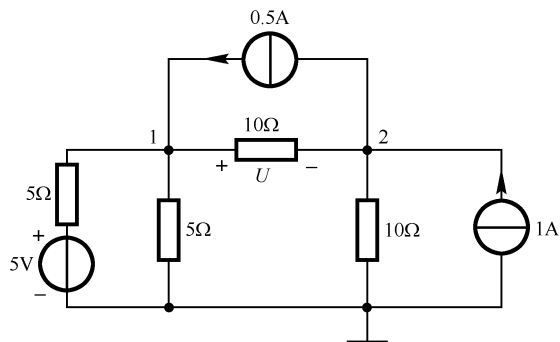


图 1.17 习题 1.17 电路图

解

节点 1 方程为: $\frac{5-V_1}{5} + 0.5 - \frac{V_1}{5} - \frac{V_1-V_2}{10} = 0$

节点 2 方程为: $\frac{V_1-V_2}{10} - 0.5 - \frac{V_2}{10} + 1 = 0$

整理得 $\begin{cases} 5V_1 - V_2 = 15 \\ V_1 - 2V_2 = -5 \end{cases}$, 解得 $\begin{cases} V_1 = \frac{35}{9} \text{ V} \\ V_2 = \frac{40}{9} \text{ V} \end{cases}$

则 $U = V_1 - V_2 = -\frac{5}{9} \text{ V}$

1.18 求图 1.18 所示电路的节点电压 V_a 。

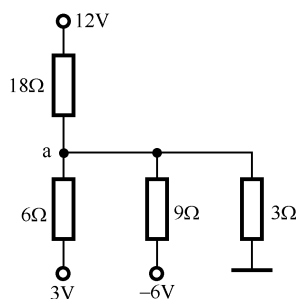


图 1.18 习题 1.18 电路图

解 列节点方程有

$$\frac{12-V_a}{18} - \frac{V_a-3}{6} - \frac{V_a+6}{9} - \frac{V_a}{3} = 0, \text{ 解得 } V_a = \frac{3}{4} \text{ V}$$

1.19 用叠加原理求图 1.19 所示电路的电压 U 。

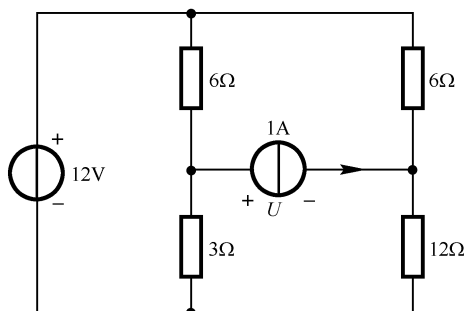


图 1.19 习题 1.19 电路图

解: 12V 电压源单独作用:

$$U' = \frac{3}{3+6} \times 12 - \frac{12}{6+12} \times 12 = -4 \text{ V}$$

1A 的电流源单独作用: $U'' = -1 \times \left(\frac{3 \times 6}{3+6} + \frac{6 \times 12}{6+12} \right) = -6 \text{ V}$

由叠加原理得 $U = U' + U'' = -10\text{V}$

1.20 用戴维南定理求图 1.20 所示电路的电流 I 。

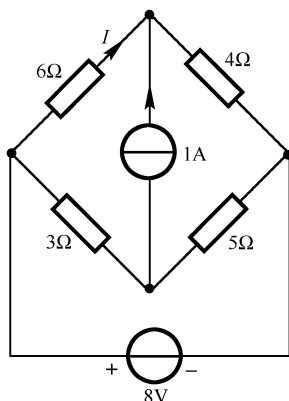


图 1.20 习题 1.20 电路图

解：将 6Ω 电阻支路开路求 U_{OC}

$$U_{\text{OC}} = 8 - 4 \times 1 = 4\text{V}$$

将所有独立源置为零，求戴维南等效电阻

$$R_0 = 4\Omega,$$

$$I = \frac{4}{6 + 4} = 0.4\text{A}$$

1.21 用戴维南定理求图 1.21 所示电路的电压 U 。

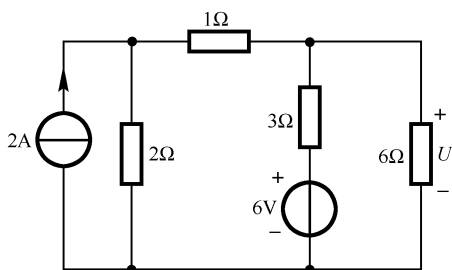


图 1.21 习题 1.21 电路图

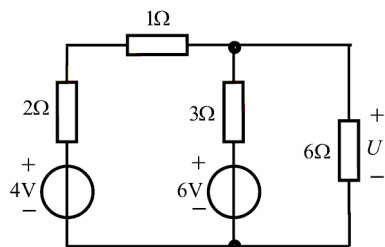


图 1.21(a)

解：利用电源等效变换将图 1.21 等效成图 1.21(a)所示电路，再将 6Ω 电阻支路开路求 U_{OC}

$$U_{\text{OC}} = \frac{4 - 6}{2 + 1 + 3} \times 3 + 6 = 5\text{V}$$

$$R_0 = \frac{(1 + 2) \times 3}{1 + 2 + 3} = 1.5\Omega$$

$$U = \frac{6}{1.5 + 6} \times 5 = 4\text{V}$$

1.22 用诺顿定理求图 1.22 所示电路的电流 I 。

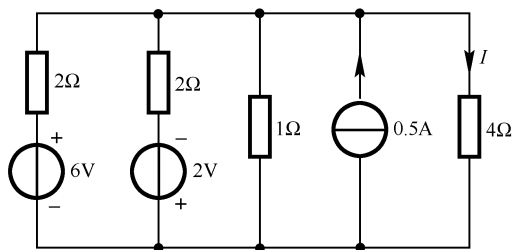


图 1.22 习题 1.22 电路图

解：将 4Ω 电阻支路短路，求 I_{sc}

$$I_{sc} = \frac{6}{2} - \frac{2}{2} + 0.5 = 2.5A$$

将所有独立源置为零，求戴维南等效电阻

$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1} = 0.5\Omega;$$

$$I = \frac{0.5}{0.5 + 4} \times 2.5 = \frac{25}{90} A = \frac{5}{18} A$$

1.23 试求图 1.23 所示电路的电流 I 及受控源功率。

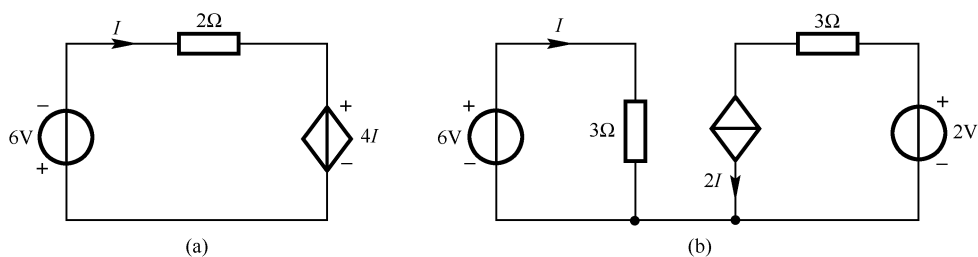


图 1.23 习题 1.23 电路图

解 (a) $2I + 4I + 6 = 0$; $I = -1A$

受控电压源功率

$$P = 4I \cdot I = 4W \text{ (吸收)}, \text{ 即受控电压源吸收功率 } 4W。$$

$$(b) I = \frac{6}{3} = 2A$$

受控电流源功率

$$P = 2I \cdot (-3 \times 2I + 2) = -40W \text{ (产生)}, \text{ 即受控电流源产生功率 } 40W。$$

1.24 用电源等效变换求图 1.24 中的电流 I 及电压源功率。

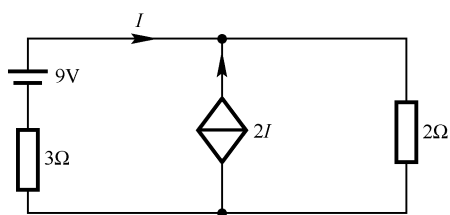


图 1.24 习题 1.24 电路图

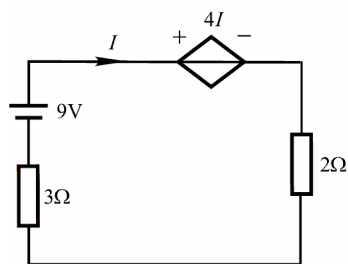


图 1.24(a)

解 等效变换如图 1.24a 所示

$$4I + (2 + 3)I = 9$$

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

$P = -9 \cdot I = -9\text{W}$ (产生), 所以电压源产生功率 9W。

1.25 利用支路电流法求图 1.25 中的电流 I_1 及 I_2 。

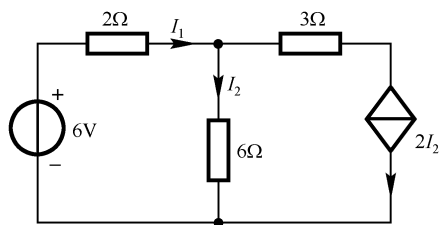


图 1.25 习题 1.25 电路图

解 根据 KCL、KVL 列方程有

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + 2I_2 \\ 2I_1 + 6I_2 = 6 \end{cases}$$

整理得 $6I_2 + 6I_2 = 6$

解得 $I_1 = 1.5\text{A}$, $I_2 = 0.5\text{A}$

1.26 利用节点分析法求图 1.26 所示电路的各节点电压。

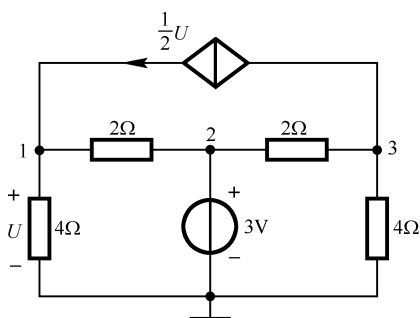


图 1.26 习题 1.26 电路图

解 节点 1: $-\frac{U}{4} + \frac{1}{2}U - \frac{U-3}{2} = 0$

节点 2: $V_2 = 3V$

节点 3: $-\frac{1}{2}U + \frac{3-V_3}{2} - \frac{V_3}{4} = 0$

解得 $\begin{cases} U = 6V \\ V_3 = -2V \end{cases}$

1.27 用叠加原理求图 1.27 所示电路的电流 I 和电压 U 。

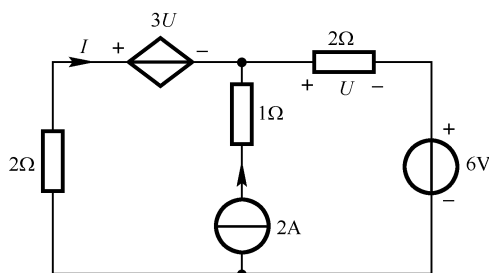


图 1.27 习题 1.27 电路图

解: 2A 电流源单独作用:

$$\begin{cases} 3U' + U' + 2 \cdot I' = 0 \\ U' = 2 \times (2 + I') \end{cases}$$

解得 $U' = 0.8V$; $I' = -1.6A$

6V 电压源单独作用:

$$\begin{cases} 3U'' + U'' + 6 + 2 \cdot I'' = 0 \\ U'' = 2 \cdot I'' \end{cases}$$

解得 $U'' = -1.2V$

$$I'' = -0.6A$$

由叠加原理得

$$U = U' + U'' = -0.4V$$

$$I = I' + I'' = -2.2A$$

1.28 在图 1.30 所示电路中, 试用戴维南定理分别求出 $R_L = 5\Omega$ 和 $R_L = 15\Omega$ 时的电流 I_L 。

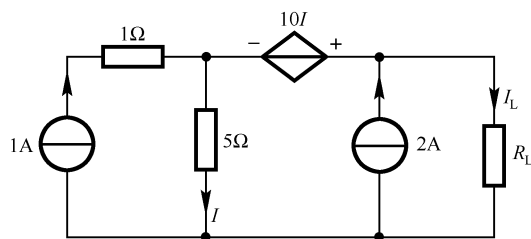


图 1.28 习题 1.28 电路图

解：将 R_L 支路断开，求 U_{oc} 和 R_0

$$U_{oc} = 10I + 5I = 15 \times (1 + 2) = 45V$$

利用外施电源法求戴维南等效电阻

$$U = 10I + 5I = 15I;$$

$$R_0 = \frac{U}{I} = 15\Omega$$

当 $R_L = 5\Omega$ 时

$$I_L = \frac{45}{15 + 5} = 2.25A$$

当 $R_L = 15\Omega$ 时

$$I_L = \frac{45}{15 + 15} = 1.5A$$

1.29 试用外施电源法求图 1.29 所示电路输入端口的等效电阻 R_i ， $\beta = 50$ 。

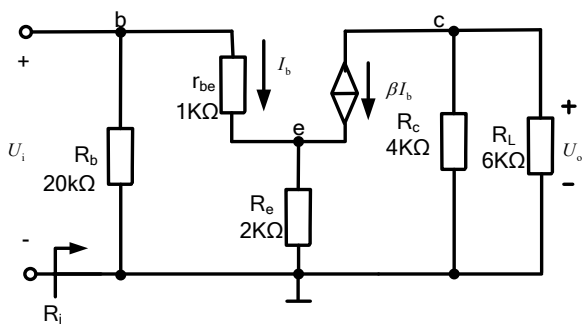


图 1.29 习题 1.29 电路图

解：在输入端口外加电压源 U ，流出电压源的电流为 I ，如下图所示，则

$$R_i = \frac{U}{I}$$

由图可知： $I = I_b + \frac{U}{R_b}$, $U = I_b r_{be} + (I_b + I_b \beta) R_c$

可以推出 $R_i = \frac{U}{I} = R_b // [r_{be} + (1 + \beta)R_e] = 20 // [1 + (1 + 50) \times 2] = 16.75(\text{K}\Omega)$

