第 1 章解题过程

1-1 解题过程

解:（1）、（a） $v=-20V$ ， $i=-4A$；（b） $v=-20V$ ， $i=4A$；
（c） $v=20V$ ， $i=-4A$；（d） $v=20V$ ， $i=4A$；

（2）、（a） $p=vi=(-20)\times(-4)=80W>0$ 吸收功率；

（b） $p=-vi=-(-20)\times 4=80W>0$ 吸收功率；

（c） $p=-vi=-20\times(-4)=80W>0$ 吸收功率；

（d） $p=vi=20\times 4=80W>0$ 吸收功率。

1-2 解题过程

解：（1） $p_1=-v_1i_1$， $8=-v_1\times 2$， $v_1=-4\text{V}$；

（2） $p_2=v_2i_2$， $-16=(-4)\times i_2$， $i_2=4A$；

（3） $p_3=v_3i_3$， $p_3=3\times(-2)=-6W$；

（4） $p_4=-v_4i_4$， $p_4=-(-5)\times 2=10W$ 。

1-3 解题过程

解：根据闭合面满足 KCL 可知， $6-5-i=0$， $i=1A$；

回路 KVL： $v_s+12\times(15-18)-3\times 18=0$， $v_s=90V$ 。

1-4 解题过程

解：假设电流源两端电压为 V_1，且电压极性上正下负。

$p_{2A}=-2\times V_1$， $-6=-2\times V_1$， $V_1=3\text{V}$；

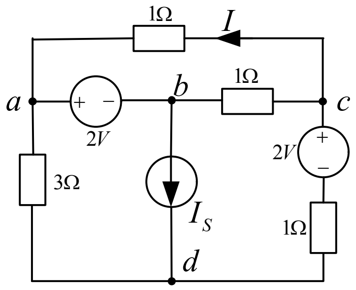
列写左回路的 KVL 方程： $R\times(\frac{V_1}{3}-2)+V_1-2=0$， $R=1\Omega$

1-5 解题过程

解： $I=-1A$，假设 1A 电流源两端的电压为 V_1，且电压极性上正下负。

$(3+2)\times I+V_1-3=0$， $V_1=8\text{V}$， $p_{1A}=-1\times V_1=-1\times 8=-8\text{V}$

1-6 解题过程

解：

$V_{ca}=1\times1=1$V，$V_{cb}=V_{ca}+V_{ab}=1+2=3$V，$I_{cb}=3/1=3$A

$I_{dc}=I+I_{cb}=1+3=4$A，$V_{da}=V_{dc}+V_{ca}=1\times4-2+1=3$V

$I_{da}=3/2=1$A，$I_s=I_{dc}+I_{da}=4+1=5$A

1-7 解题过程

解：$I_{6\Omega}=\frac{4}{6}=\frac{2}{3}$A，KCL：$2-\frac{2}{3}-\frac{4}{R_x}=0$，$R_x=3\Omega$

1-8 解题过程

解：（1）因 $\alpha v_x=-15$，$v_x=25$V，故 $\alpha=-0.6$。当 $\alpha=-0.6$ 时电路的互联是正确的。

（2）$p_{25V}=-25\times15=-375$W

1-9 解题过程

（a）解：KVL：$2\times(i_1+0.5i_1)-12+3i_1=0$，$i_1=2$A

（b）解：作电源的等效变换,6V 左侧电路可等效为 6V 电压源.故 $i_1=\frac{6}{2+4}=1\text{A}$。

1-10 解题过程

解：$i_s=\frac{10}{6}\text{A}$，列写回路的 KVL 方程，可得

$$v_o=3i_s\times\frac{3}{2+3}=3\text{V}$$

1-11 解题过程

解：列写节点的 KCL 方程，可得

$$-10-\frac{V}{6}+4i-i=0$$

列写回路的 KVL 方程，可得

$$1\times i+V_o-V=0$$

列写电阻 2Ω 的 VAR 方程，可得 $V_o=2i$。

联立方程组可得，$i=4\text{A}$，$V_o=8\text{V}$。受控源的电流为 16A。

1-12 解题过程

解：列写右侧回路的 KVL 方程，可得

$$40\times 2+10V_1-5\times(I_s-2)=0$$

列写 0.2Ω 电阻的 VAR 方程，可得

$$I_s=\frac{V_1}{0.2}$$

联立方程组可得 $I_s=30\text{A}$。

1-13 解题过程

解：列写节点的 KCL 方程，可得

$$I_1+I_2-I_3=0$$

列写回路的 KVL 方程，可得

$$5I_1-10I_1-1=0$$

$$10I_2-10I_1-50=0$$

解得：$I_1=-0.2\text{A}$，$I_2=4.8\text{A}$，$I_3=4.6\text{A}$

$$P_{受}=\text{-}10I_1\times I_3=9.2\text{W}$$

1-14 解题过程

解：（a）假设二极管截止，$V_a=9\times\dfrac{10k}{5k+10k}=6\text{V}$，$V_{ab}>0$，故二极管导通。

$V=9\times\dfrac{10k//10k}{10k//10k+5k}=4.5\text{V}$，$I=\dfrac{V}{10k}=0.45\text{mA}$

（b）假设二极管截止，二极管正向电压为 -5V，故二极管截止。$V=-5\text{V}$，$I=0\text{A}$。

1-15 解题过程

解：（a）$i=2i_1+i_1$，$v=i_1R+v_s$，故 $v=\dfrac{R}{3}i+v_s$；

（b）$v=2(i-i_s)-2v$，整理可得 $v=\dfrac{2}{3}i-\dfrac{2}{3}i_s$。

1-16 解题过程

解：$v_+=v_I\dfrac{R_4}{R_3+R_4}$，$v_-=v_o\dfrac{R_1}{R_1+R_2}$，$\because v_+=v_-$，$\therefore v_o=(1+\dfrac{R_2}{R_1})\dfrac{R_4}{R_3+R_4}v_I$

1-17 解题过程

解：设 $20\text{k}\Omega$ 左侧节点为 a，列节点 a 的 KCL 方程

$\dfrac{v_S-v_a}{10\text{k}}=\dfrac{v_a}{10\text{k}}+\dfrac{v_a-0}{20\text{k}}$，

列反相输入端的 KCL 方程 $\dfrac{v_a-0}{20\text{k}}=\dfrac{0-v_o}{100\text{k}}$

$v_o / v_s = -2$；

1-18 解题过程

解：列写运放 A1 反相输入端节点的 KCL 方程，可得 $\frac{v_s}{10k} = \frac{0\text{-}v_{o1}}{20k} + \frac{0 - v_o}{50k}$，

由于运放 A2 的输入端满足虚短，故 $v_{o1} = v_+ = v_- = v_o$，故 $v_o / v_s = \text{-}10/7$；

1-19 解题过程

解：（1）列写同相输入端的 KCL 方程：$i_s - \frac{v_{id} + i_L R_L}{R_s} - \frac{v_{id}}{r_i} = 0$

列写输出回路的 KVL：$Av_{id} - (r_o + R_1)(i_L - \frac{v_{id}}{r_i}) - R_L i_L = 0$

代入已知条件，计算可得：$G_i = \frac{i_L}{i_s} = 10$

（2）$v_+ = i_s R_s$、$v_- = i_L R_L$，$\because v_+ = v_-$，$\therefore i_s R_s = i_L R_L$，$G_i = \frac{i_L}{i_s} = \frac{R_s}{R_L}$；

1-20 解题过程

解：$P = \frac{v_o^2}{R_L}$，$75 \times 10^{-3} = \frac{v_o^2}{3 \times 10^3}$，$v_o = 15\text{V}$

$\because v_+ = v_-$，且 $v_+ = 3$，$v_- = v_o \times \frac{4k}{4k + R_f}$，$\therefore R_f = 16k\Omega$

1-21 解题过程

解：（1）$v_o = (1 + \frac{R_2}{R_1})\ v_i = (1 + \frac{9\text{k}\Omega}{1\text{k}\Omega}) \times 1 = 10\text{V}$；

（2）$v_o = (1 + \frac{R_2}{R_1})\ v_i = (1 + \frac{9\text{k}\Omega}{1\text{k}\Omega}) \times 1.5 = 15\text{V}$，由于 $V_{o\max} = 13\text{V}$，故输出饱和

$v_o = 13\text{V}$。$i_o = i_F + i_L = \frac{v_o}{R_1 + R_2} + \frac{v_o}{R_L} = \frac{13}{1\text{k} + 9\text{k}} + \frac{13}{1\text{k}} = 14.3\text{mA} < i_{o\max} = 20\text{mA}$。

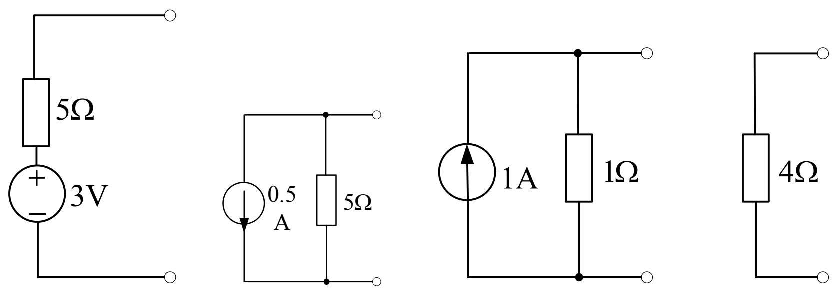
（3）$v_o = (1 + \frac{R_2}{R_1})\ v_i$，$13 = (1 + \frac{9\text{k}\Omega}{1\text{k}\Omega})\ v_i$，$v_i = 1.3\text{V}$。

（4）当 $v_i = 1\text{V}$ 时，$v_o = 10\text{V}$。$i_{o\max} = 20mA = \frac{10V}{R_{L\min}} + \frac{10V}{9k\Omega + 1k\Omega}$

$$R_{L\min} = 526\Omega$$

1-22 解题过程

解：



（a）　（b）　（c）　（d）

1-23 解题过程

解：（a）$R_{eq} = R_1 + \dfrac{R_2(R_3+R_4)}{R_2+R_3+R_4}$；

（b）将上面 3 个 R 的 Δ 型变换为 Y 型电路，对应参数 $R_1 = R_2 = R_3 = \dfrac{R\times R}{R+R+R} = \dfrac{R}{3}$

$$R_{eq} = \frac{R}{3} + \frac{R+\frac{R}{3}}{2} = R。$$

（c）外加电源法，假设端口电压为V，列写回路的 KVL 方程，可得

$$2(I-3I)+3I-V=0，\ R_{eq} = \frac{V}{I} = -1\Omega。$$

（d）假设 a、b 端口电压为V（上正下负），流入端钮 a 的电流为I。列写回路的 KVL 方程，可得 $(6+2)\times\dfrac{V_x}{2}+V-6V_x=0$

列写节点的 KCL 方程，可得

$$\frac{V_x}{2}+I-\frac{V}{3}=0$$

联立方程组，可得 $R_{eq} = \dfrac{V}{I} = 12\Omega$。

第 2 章解题过程

2-1　如题图 2-1 所示电路，各独立源为已知的定值，请回答以下问题。

（1）有多少个节点？多少条支路？

（2）可列写多少个独立且完备的 KCL 方程？

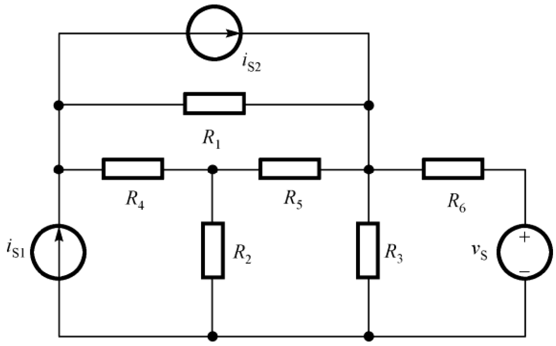
（3）可列写多少个独立且完备的 KVL 方程？

解：（1）当每个元件都看成一条支路时，有 5 个节点，9 条支路（但当串联的 R_6 和 v_S 看成一条支路时，也可以认为有 4 个节点，8 条支路）。

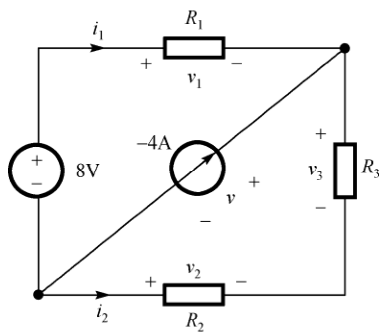
（2）可列写 4 个独立且完备的 KCL 方程。

（3）可列写 5 个独立且完备的 KVL 方程。

2-2　如题图 2-2 所示电路，未知量为 i_1、v_1、i_2、v_2、v_3、v，列写独立且完备的 KCL 和 KVL 方程。



题图 2-1



题图 2-2

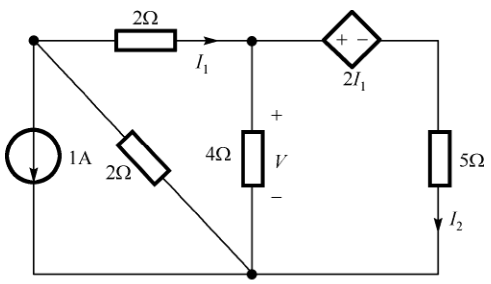
解：一个独立且完备的 KCL 方程：$i_1-4+i_2=0$；两个独立且完备的 KVL 方程：$v+v_2-v_3=0$，$v_1+v-8=0$；求解全部变量还要三个 VAR 方程：$v_1=i_1R_1$，$v_2=i_2R_2$，$v_3=-i_2R_3$。

2-3　题图 2-3 所示的电路，以 I_1、I_2 和 V 为未知变量，列写独立且完备的 KCL 和 KVL 方程。

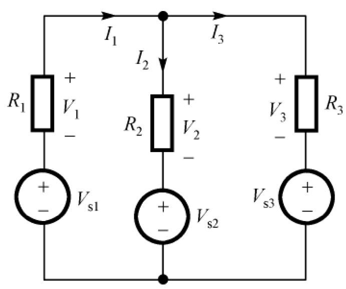
解：KCL 方程：$I_1=\dfrac{V}{4}+I_2$；

KVL 方程：$2I_1+V+(1+I_1)\times 2=0$，$2I_1+5I_2-V=0$

2-4　分别用支路电流法和支路电压法列写题图 2-4 所示电路的方程。



题图 2-3



题图 2-4

解：支路电流法：$I_1 = I_2 + I_3$， $R_1 I_1 + R_2 I_2 + V_{S2} - V_{S1} = 0$，$R_3 I_3 + V_{S3} - V_{S2} - R_2 I_2 = 0$。

2-5　用支路电流法求题图 2-5 中的各支路电流。

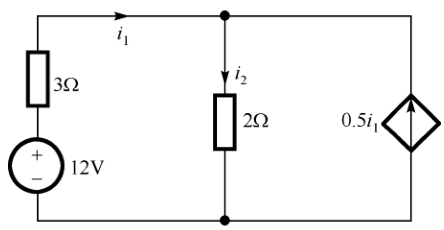
解：本题共 2 个节点，3 条支路，根据 KCL 有：$i_1 + 0.5i_1 = i_2$ ，根据 KVL 有：$2i_2 - 12 + 3i_1 = 0$

解得：$i_1 = 2\text{A}$， $i_2 = 3\text{A}$。

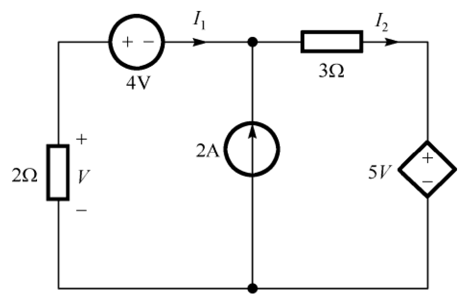
2-6　用支路电流法求题图 2-6 中的各支路电流 I_1、 I_2 和 V。

解：根据 KCL 有：$I_1 + 2 = I_2$ ，根据 KVL 有：$4 - 3I_2 + 5V + 2I_1 = 0$

解得：$I_1 = 2\text{A}$， $I_2 = 4\text{A}$， $V = -4\text{V}$。



题图 2-5



题图 2-6

2-7　电路如题图 2-7 所示，用支路电流法求 i_1、i_2。

解：根据 KCL 有：$i_1 = i_2 + 3$ ，根据 KVL 有：$4i_2 + 20 - 30 + 18i_1 = 0$

解得：$i_1 = 1\text{A}, i_2 = -2\text{A}$。

2-8　用节点电压法求题图 2-8 所示电路中的各支路电流。

解:设节点①，②的电压分别为 v_{n1}, v_{n2}，则有：

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{1}+\frac{1}{1}\right)v_{n1} - \frac{1}{1}v_{n2} = 2 \\ -\frac{1}{1}v_{n1} + \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{1}\right)v_{n2} = 4-2 \end{cases} \quad \text{解得：} \begin{cases} v_{n1} = \frac{20}{11}\text{V} \\ v_{n2} = \frac{28}{11}\text{V} \end{cases},$$

因此，有：$i_1 = \frac{10}{11}\text{A}$， $i_2 = \frac{20}{11}\text{A}$， $i_3 = \frac{14}{11}\text{A}$， $i_4 = -\frac{8}{11}\text{A}$。

2-9　用节点电压法求题图 2-9 所示电路中的电流 i。

解：设节点电压分别为 v_n， 则有：

$\left(\frac{1}{6}+\frac{1}{3}+\frac{1}{6}\right)v_n = 6-2$，得：$v_n = 6\text{V}$,因此，$i = 1\text{A}$。

2-10　用节点电压法求题图 2-10 所示电路中的 8A 电流源的功率。

解：以④作为参考节点，设节点①，②，③的节点电压分别为 v_{n1}, v_{n2} 和 v_{n3} 则有：

$$\begin{cases} v_{\mathrm{n1}} = 24 \\ -\dfrac{1}{2} v_{\mathrm{n1}} + \left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{4}\right) v_{\mathrm{n2}} - \dfrac{1}{4} v_{\mathrm{n3}} = 8 \\ -\dfrac{1}{4} v_{\mathrm{n2}} + \left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{4}\right) v_{\mathrm{n3}} = -2 \end{cases}$$

解得：$\begin{cases} v_{\mathrm{n1}} = 24\mathrm{V} \\ v_{\mathrm{n2}} = 29\mathrm{V} \\ v_{\mathrm{n3}} = 7\mathrm{V} \end{cases}$，则 $p_{8\mathrm{A}} = -29 \times 8 - -232\mathrm{W}$

2-11　在题图 2-11 所示电路中，用节点电压法求电压 v。

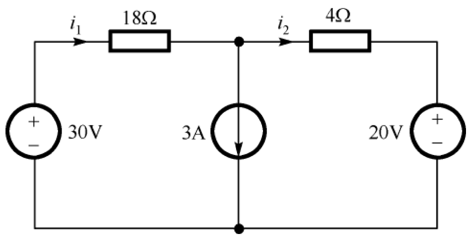
解：以底端节点作为参考节点，上端三个节点的节点电压分别为 $v_{\mathrm{n1}}, v_{\mathrm{n2}}$ 和 v_{n3}。因为与第一个节点相连接的 3Ω为多余电阻，则有：

$$\begin{cases} \left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{2}\right) v_{\mathrm{n1}} - \dfrac{1}{2} v_{\mathrm{n2}} - \dfrac{1}{2} v_{\mathrm{n3}} = 2 \\ v_{\mathrm{n2}} = 8 \\ -\dfrac{1}{2} v_{\mathrm{n1}} - \dfrac{1}{2} v_{\mathrm{n2}} + \left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{1}\right) v_{\mathrm{n3}} = v \end{cases}$$

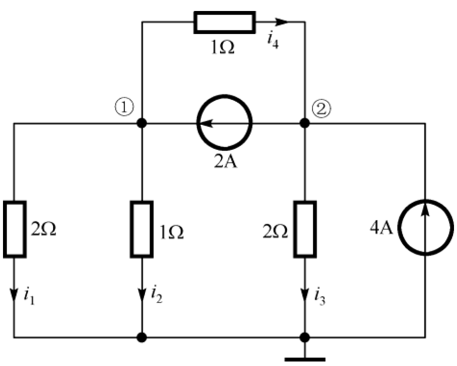
因受控源引入的附加方程为：

$$v_{\mathrm{n1}} = v - 2 \times 3$$

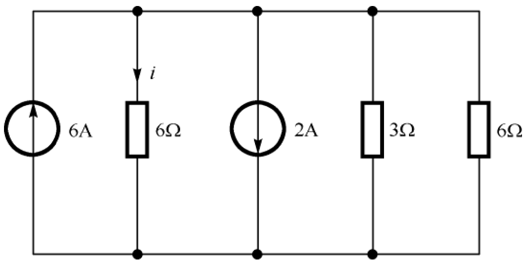
解得：$\begin{cases} v_{\mathrm{n1}} = 13.6\mathrm{V} \\ v_{\mathrm{n2}} = 8\mathrm{V} \\ v_{\mathrm{n3}} = 15.2\mathrm{V} \end{cases}$　　得：$v = 19.6\mathrm{V}$



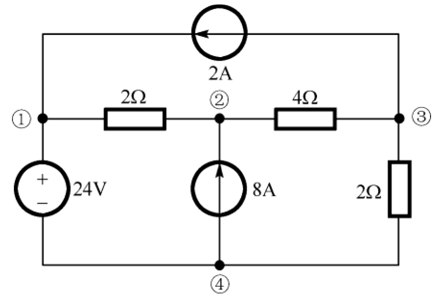
题图 2-7



题图 2-8



题图 2-9

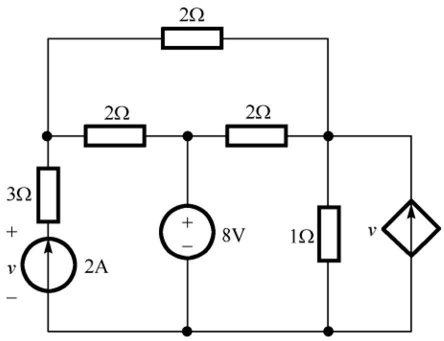


题图 2-10

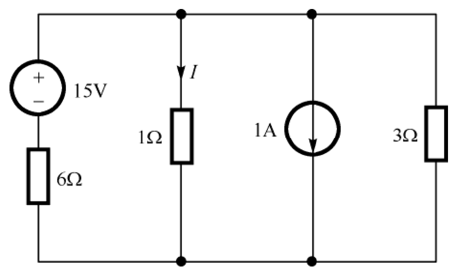
2-12　在题图 2-12 所示电路中，用节点电压法求电流 I 。

解：以底端作为参考节点，设上端节点的节点电压分别为 v_{n} ，则有：

$\left(\frac{1}{6}+\frac{1}{1}+\frac{1}{3}\right)v_{\mathrm{n}}=\frac{15}{6}-1$，得：$v_{\mathrm{n}}=1\mathrm{V}$,因此，$I=1\mathrm{A}$ 。



题图 2-11



题图 2-12

2-13　题图 2-13 中，参考节点已标注在图中，用节点电压法求电路的 A 点电位。

解：设节点 A 的节点电压分别为 V_{A} ，则有：

$$\left(\frac{1}{6}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right)V_{\mathrm{A}}=\frac{6}{2}-\frac{6}{3}$$

因此：$V_{\mathrm{A}}=1\mathrm{V}$

2-14　题图 2-14 所示电路，用节点电压法证明弥尔曼定理。

$$V_n=\frac{\sum_{i=1}^{n}G_iV_{S_i}}{\sum_{i=1}^{n}G_i}\text{，其中 }G_i=\frac{1}{R_i}$$

解：根据节点法有：

$\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots+\frac{1}{R_{\mathrm{n}-1}}+\frac{1}{R_{\mathrm{n}}}\right)V_{\mathrm{n}}=\frac{V_{\mathrm{S1}}}{R_1}+\frac{V_{\mathrm{S2}}}{R_2}+\cdots+\frac{V_{\mathrm{S_{n-1}}}}{R_{\mathrm{n}-1}}+\frac{V_{\mathrm{S_n}}}{R_{\mathrm{n}}}$，因为 $G_i=\frac{1}{R_i}$，则：

$\left(G_1+G_2+\cdots+G_{n-1}+G_n\right)V_n=G_1V_{S1}+G_2V_{S2}+\cdots+G_{n-1}V_{S_{n-1}}+G_nV_{S_n}$，因此有：

$$V_n=\frac{\sum_{i=1}^{n}G_iV_{S_i}}{\sum_{i=1}^{n}G_i}$$

2-15　用节点电压法求题图 2-15 所示电路中的电流 I。

解：设节点①，②，③的节点电压分别为 v_{n1},v_{n2} 和 v_{n3} 则有：

$$\begin{cases}\left(\frac{1}{1}+\frac{1}{0.5}+\frac{1}{0.5}\right)v_{n1}-\frac{1}{0.5}v_{n2}-\frac{1}{0.5}v_{n3}=6\\ v_{n2}=-5\\ -\frac{1}{0.5}v_{n1}-\frac{1}{1}v_{n2}+\left(\frac{1}{0.5}+\frac{1}{1}\right)v_{n3}=-3v\end{cases}$$

因受控源引入的附加方程为：

$$v_{n1}-v_{n2}=v$$

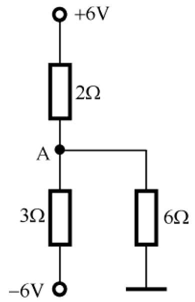
解得：$\begin{cases}v_{n1}=-\frac{52}{17}\mathrm{V}\\ v_{n2}=-5\mathrm{V}\\ v_{n3}=-\frac{96}{17}\mathrm{V}\end{cases}$　　得：$I=\frac{v_{n1}-v_{n2}}{0.5}+\frac{v_{n3}-v_{n2}}{1}=\frac{55}{17}\mathrm{A}$

2-16　用节点电压法求题图 2-16 所示电路中的电流 i。

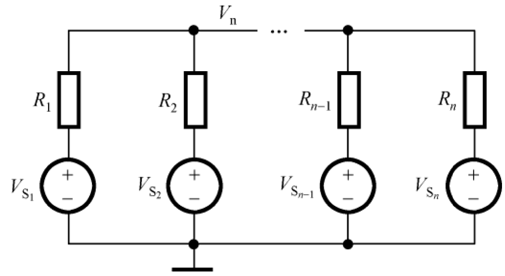
解：设节点②，③，④的节点电压分别为 v_{n1},v_{n2} 和 v_{n3} 则有：

$$\begin{cases}\left(\frac{1}{1}+\frac{1}{1}\right)v_{n1}-\frac{1}{1}v_{n2}=\frac{7}{1}+0.5i\\ -\frac{1}{1}v_{n1}+\left(\frac{1}{1}+\frac{1}{1}\right)v_{n2}-\frac{1}{1}v_{n3}=-0.5v\\ -\frac{1}{1}v_{n2}-\left(\frac{1}{1}+\frac{1}{1}\right)v_{n3}=-0.5i\end{cases}$$ 因受控源引入的附加方程为：$\begin{cases}v_{n1}-v_{n2}=v\\ v_{n1}=7-1\times i\end{cases}$

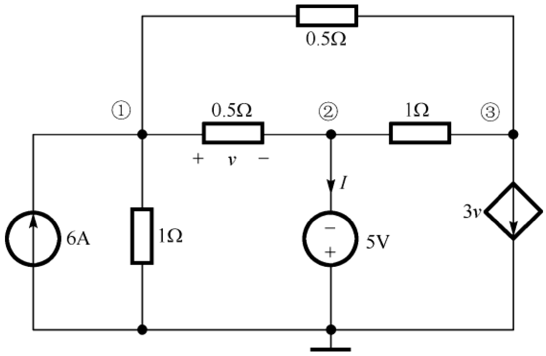
解得：$\begin{cases}v_{n1}=5\mathrm{V}\\ v_{n2}=2\mathrm{V}\\ v_{n3}=0.5\mathrm{V}\end{cases}$，得：$i=2\mathrm{A}$



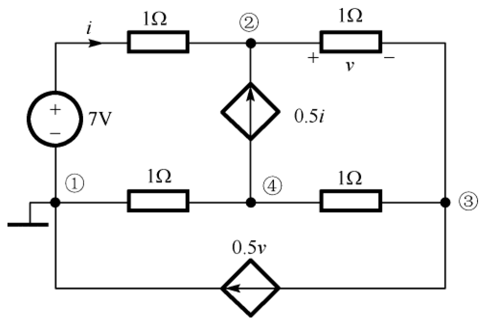
题图 2-13



题图 2-14



题图 2-15



题图 2-16

2-17　用网孔电流法求题图 2-17 中的电流 I 。

解：根据网孔法有：

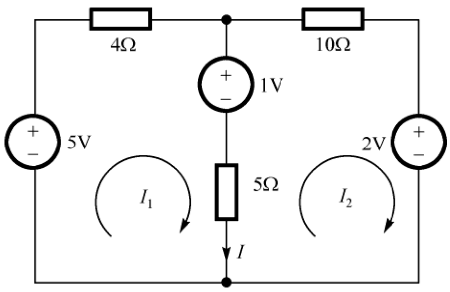
$$\begin{cases}(4+5)I_1-5I_2=5-1\\-5I_1+(5+10)I_2=1-2\end{cases}，解得：\begin{cases}I_1=0.5\text{A}\\I_2=0.1\text{A}\end{cases}，因此 I=I_1-I_2=0.4\text{A}$$

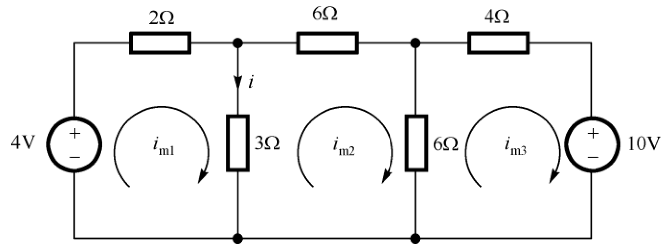
2-18　试用网孔电流法求题图 2-18 所示电路中 3Ω 电阻上消耗的功率。

解：根据网孔法有：

$$\begin{cases}(2+3)i_{m1}-3i_{m2}=4\\-3i_{m1}+(3+6+6)i_{m2}-6i_{m3}=0\\-6i_{m2}+(4+6)i_{m3}=-10\end{cases}，解得：\begin{cases}i_{m1}=\dfrac{23}{40}\text{A}\\i_{m2}=-\dfrac{3}{8}\text{A}\\i_{m3}=-\dfrac{49}{40}\text{A}\end{cases}，$$

因此 $p=3\times i^2=3\times(i_{m1}-i_{m2})^2=2.71\text{W}$





题图 2-17　　　　　　　　　　题图 2-18

2-19　用网孔电流法求题图 2-19 所示电路中的电压 v。

解：根据网孔法有：

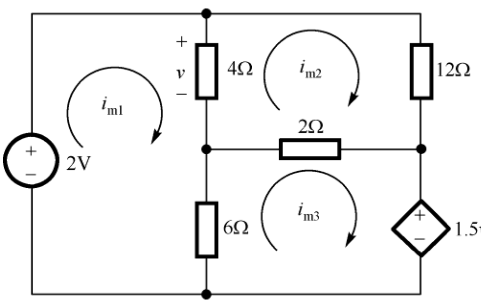
$$\begin{cases}(4+6)i_{m1}-4i_{m2}-6i_{m3}=2\\-4i_{m1}+(4+2+12)i_{m2}-2i_{m3}=0\\-6i_{m1}-2i_{m2}+(2+6)i_{m3}=-1.5v\end{cases}$$，因受控源引入的附加方程为：$v=4(i_{m1}-i_{m2})$

解得：$\begin{cases}i_{m1}=\dfrac{4}{15}\text{A}\\i_{m2}=\dfrac{1}{15}\text{A}\\i_{m3}=\dfrac{1}{15}\text{A}\end{cases}$，因此 $v=4\times(i_{m1}-i_{m2})=0.8\text{V}$

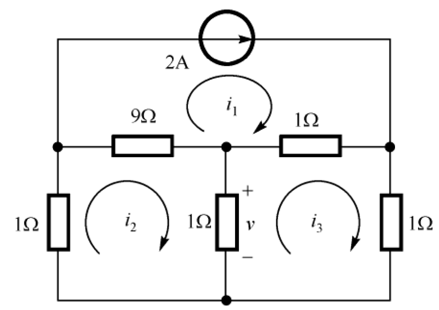
2-20　用网孔电流法求题图 2-20 所示电路中的电压 v。

解：根据网孔法有：

$\begin{cases}i_1=2\\-9i_1+(9+1+1)i_2-i_3=0\\-i_1-i_2+(1+1+1)i_3=0\end{cases}$，解得：$\begin{cases}i_1=2\text{A}\\i_2=1.75\text{A}\\i_3=1.25\text{A}\end{cases}$，因此 $v=1\times(i_2-i_3)=0.5\text{V}$



题图 2-19



题图 2-20

2-21　用网孔电流法求题图 2-21 所示电路中的电流 I。

解：设两个网孔的网孔电流分别为 I_1 和 I_2，则根据网孔法有：

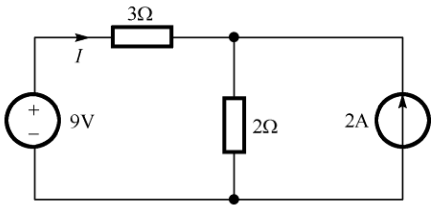
$\begin{cases}(3+2)I_1-2I_2=9\\I_2=-2\end{cases}$，解得：$\begin{cases}I_1=1\text{A}\\I_2=-2\text{A}\end{cases}$，因此 $I=I_1=1\text{A}$

2-22　用网孔电流法求题图 2-22 所示电路中的电压 v。

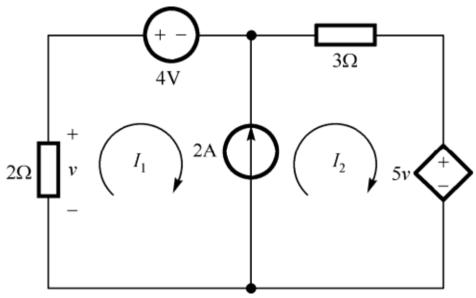
解：设 2A 电流源的电压为 V_x，参考极性上正下负，则根据网孔法有：

$$\begin{cases} 2I_1 = -V_x - 4 \\ 3I_2 = V_x - 5v \end{cases}$$，因受控源引入的附加方程为：$v = -2I_1$，因 2A 电流源引入附加方程为

$I_1 - I_2 = -2$ 联立解得：$I_1 = 2\text{A}$，$I_2 = 4\text{A}$，$v = -2I_1 = -4\text{V}$



题图 2-21



题图 2-22

2-23　用网孔电流法求题图 2-23 所示电路中各电阻上的电流。

解：设 12A 电流源的电压为 v，参考极性上正下负，网孔电流都取顺时针方向，则根据网孔法有：

$$\begin{cases} 2i_{m1} - 2i_{m3} = 24 - v \\ (3+3)i_{m2} - 3i_{m3} = v \\ i_{m3} = -2 \end{cases}$$，因 12A 电流源引入附加方程为 $i_{m1} - i_{m2} = -12$

联立解得：$$\begin{cases} i_{m1} = -7.25\text{A} \\ i_{m2} = 4.75\text{A} \\ i_{m3} = -2\text{A} \end{cases}$$，

因此，三个电阻的电流分别为 $i_1 = -5.25\text{A}, i_2 = 4.75\text{A}, i_3 = 6.75\text{A}$

2-24　用网孔电流法求题图 2-16 所示电路中的电流 i。

解：设网孔电流分别为 i_{m1}，i_{m2} 和 i_{m3} 均为顺时针方向，并设 $0.5i$ 受控电流源电压为 v_x 上正下负，根据网孔法有：

$$\begin{cases} (1+1)i_{m1} - i_{m3} = 7 - v_x \\ (1+1)i_{m2} - i_{m3} = v_x \\ i_{m3} = 0.5v \end{cases}$$，因受控源引入的附加方程为：$$\begin{cases} v = 1 \times i_{m2} \\ i_{m1} = i \end{cases}$$

因 $0.5i$ 受控电流源引入的附加方程为：$i_{m1} - i_{m2} = -0.5i$

解得：$$\begin{cases} i_{m1} = 2\text{A} \\ i_{m2} = 3\text{A} \\ i_{m3} = 1.5\text{A} \end{cases}$$，因此 $i = i_{m1} = 2\text{A}$

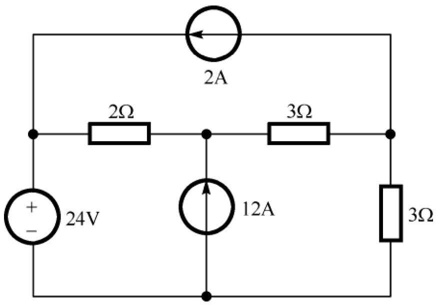
2-25　用网孔电流法求题图 2-25 所示电路中的电压 v。

解：网孔电流都取顺时针方向，设受控电流源 v 的电压为 v_x，参考极性上正下负，则根据网孔法有：

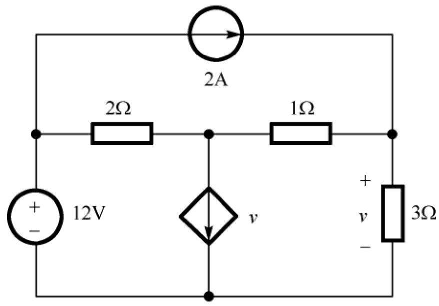
$$\begin{cases} 2i_{m1}-2i_{m3}=12-v_x \\ (1+3)i_{m2}-i_{m3}=v_x \\ i_{m3}=2 \end{cases}$$

，因受控电流源引入附加方程为 $i_{m1}-i_{m2}=v$，因受控源控制量 v 引入的附加方程为 $v=3i_{m2}$

联立解得：$\begin{cases} i_{m1}=6\text{A} \\ i_{m2}=1.5\text{A} \\ i_{m3}=2\text{A} \end{cases}$，因此，$v=3i_{m2}=4.5\text{V}$



题图 2-23



题图 2-25

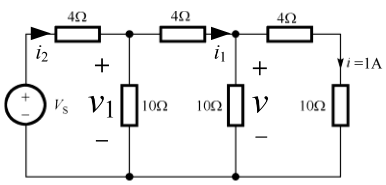
2-26　用线性电路的比例性求题图 2-26 所示电路中的电流 i，已知 $V_S=85.28\text{V}$。

解：设 i 为 1A,如图所示，则 $v=1\times(4+10)=14\text{V}$，因此 $i_1=i+\dfrac{v}{10}=1+1.4=2.4\text{A}$，

$v_1=4i_1+v=9.6+14=23.6\text{V}$，则，$i_2=i_1+\dfrac{v_1}{10}=2.4+2.36=4.76\text{A}$

所以：$V_S=4i_2+v_1=42.64\text{V}$

即当 $V_S=42.64\text{V}$ 时，$i=1\text{A}$；根据线性电路的齐次性，当 $V_S=85.28\text{V}$ 时，$i=2\text{A}$。

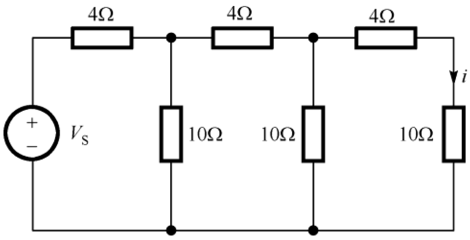


2-27 用叠加原理计算题图 2-27 所示电路中的电流 i 及 3Ω 电阻上的功率。

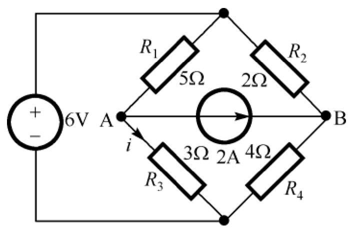
解：（1）当 6V 电压源单独作用，$i'=\dfrac{6}{5+3}=\dfrac{3}{4}\text{A}$

（2）2A 电流源单独作用，$i''=-\dfrac{5}{5+3}\times2=-\dfrac{5}{4}\text{A}$

（3）根据叠加原理有：$i=i'+i''=-\dfrac{1}{2}\text{A}$，因此 $p=3\times i^2=0.75\text{W}$



题图 2-26



题图 2-27

2-28　用叠加原理计算题图 2-28 所示电路中的电压 V 。

解：（1）10V 电压源单独作用，$V'=\dfrac{4}{4+6}\times 10=4\text{V}$

（2）4A 电流源单独作用，$V''=-4\times\dfrac{4\times 6}{4+6}=-4\times 2.4=-9.6\text{V}$

（3）根据叠加原理有：$V=V'+V''=4-9.6=-5.6\text{V}$

2-29　用叠加原理计算题图 2-29 所示电路中的电压 V_S 。

解：（1）10V 电压源单独作用，$Vs'=-10I_1'+4I_1'=-6I_1'=-6\text{V}$

（2）4A 电流源单独作用，$Vs''=-10I_1''-4\times 2.4=-10\times 1.6-9.6=-25.6\text{V}$

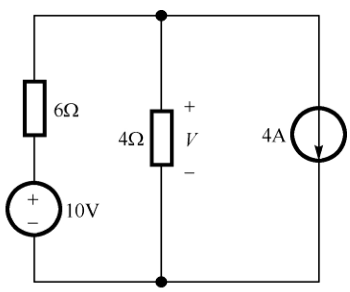
（3）根据叠加原理有：$Vs=Vs'+Vs''=-31.6\text{V}$

2-30　题图 2-30 所示电路中，欲使电流 $i=1\text{A}$，则电流源 i_S 应为多少？

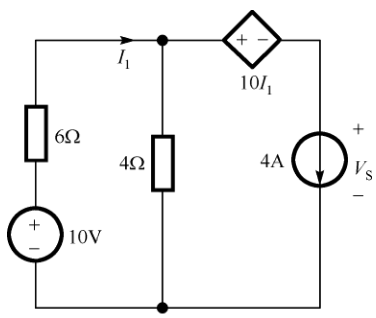
解：（1）i_S 电流源单独作用，$i'=-\dfrac{5}{5+3}i_S=-\dfrac{5}{8}i_S$；

（2）24V 电压源单独作用，$i''=\dfrac{24}{5+3}=3\text{A}$；

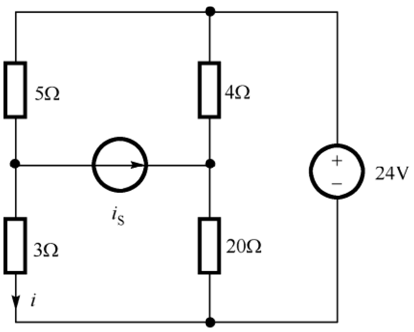
(3) 根据叠加原理有：$i=i'+i''=-\dfrac{5}{8}i_S+3=1$, 因此：$i_S=3.2\text{A}$



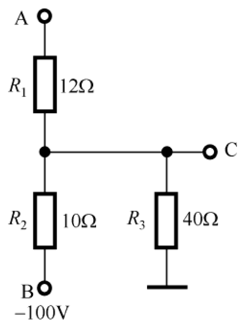
题图 2-28



题图 2-29



题图 2-30



题图 2-31

2-31　当 V_A 分别为 60V 和 80V 时，用叠加原理计算题图 2-31 所示电路中 C 点的电位 V_C。

解：(1)当 V_B 单独作用时，$V_C{}'=\dfrac{12//40}{10+12//40}\times(-100)=-48\text{V}$,

(2)当 V_A 单独作用时，$V_C{}''=\dfrac{10//40}{12+10//40}\times V_A=0.4V_A=\begin{cases}24\text{ V} & V_A=60\text{V}\\ 32\text{ V} & V_A=80\text{V}\end{cases}$

(3)根据叠加原理，$V_C=V_C{}'+V_C{}''=\begin{cases}-48+24=-24\text{V} & V_A=60\text{V}\\ -48+32=-16\text{V} & V_A=80\text{V}\end{cases}$

2-32　用叠加原理计算题图 2-32 所示电路中 1Ω 电阻上的功率。

解：(1)5A 电流源单独作用，将受控电流源并联电阻支路等效成受控电压源电阻支路，由 KVL 得

$$v'_1+8v'_1+(2+4)\times\left(\frac{v'_1}{1}+5\right)=0$$

解得　$v'_1=-2\text{V}$

(2)15V 电压源单独作用，将受控电流源并联电阻支路等效成受控电压源电阻支路,由 KVL 得

$$v''_1+8v''_1+(2+4)\times\frac{v''_{11}}{1}=15$$

解得　$v''_1=1\text{V}$

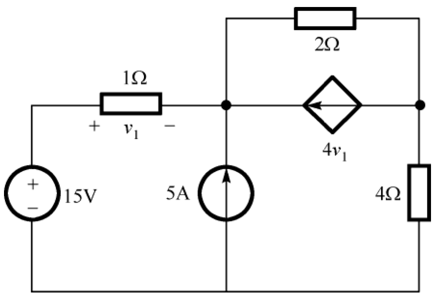
根据叠加原理，$v_1=v'_1+v''_1=-2+1=-1\text{V}$，因此：$P=\dfrac{v_1^2}{R}=\dfrac{(-1)^2}{1}=1\text{W}$

2-33　在题图 2-33 所示电路中，N_0 为内部结构未知的线性无源网络。已知当 $v_S=3$ V、$i_S=2$ A 时，$i=9\text{A}$；当 $v_S=-2\text{V}$，$i_S=1\text{A}$, 时，$i=1\text{A}$；求当 $v_S=2\text{V}$，$i_S=-2\text{A}$ 时，电流 i 的值。

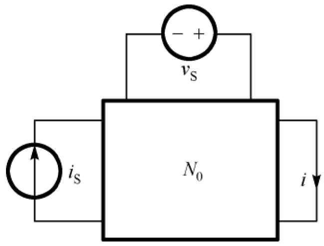
解：该电路为含有两个独立源的线性电路，因此电流 i 可以表示为：

$i = k_1 i_S + k_2 v_S$，其中，k_1, k_2 为实常数，根据题意有：$\begin{cases} 9 = 2k_1 + 3k_2 \\ 1 = k_1 - 2k_2 \end{cases}$，因此有：

$\begin{cases} k_1 = 3 \\ k_2 = 1 \end{cases}$，则 $i = 3i_S + v_S$，当 $v_S = 2\text{V}$，$i_S = -2\text{A}$ 时，$i = 2 - 6 = -4\text{A}$



题图 2-32



题图 2-33

2-34　在题图 2-34 所示电路中，负载电阻 R_L 为可变电阻，用戴维南定理求当 R_L 分别为 3Ω 和 8Ω 时，流经 R_L 的电流 i_L。

解：先求开路电压：

根据叠加原理：$V_{OC} = V_{OC}' + V_{OC}'' = \dfrac{3}{3+1+4} \times 4 \times 4 - \dfrac{4}{1+3+4} \times 2 = 6 - 1 = 5\text{V}$，

再求戴维南等效电阻：$R_O = 4//(1+3) = 2\Omega$，因此：$i_L = \dfrac{V_{OC}}{R_O + R_L}$，

则当 R_L=3Ω 时，$i_L = \dfrac{5}{2+3} = 1\text{A}$，当 R_L=8Ω 时，$i_L = \dfrac{5}{2+8} = 0.5\text{A}$

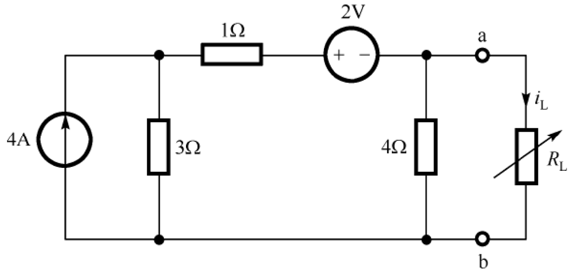
2-35　求题图 2-35 所示单口网络的戴维南等效电路。

解：先求开路电压：

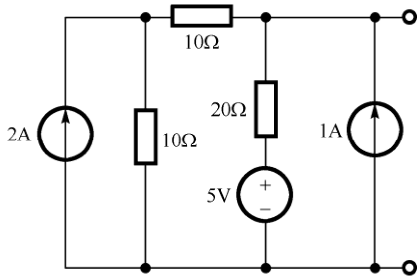
根据节点法有：

$$\begin{cases} \left(\dfrac{1}{10} + \dfrac{1}{10}\right) v_{n1} - \dfrac{1}{10} v_{OC} = 2 \\ -\dfrac{1}{10} v_{n1} + \left(\dfrac{1}{20} + \dfrac{1}{10}\right) v_{OC} = 1 + \dfrac{5}{20} \end{cases}$$ 解得：$v_{OC} = 22.5\text{V}$

再求戴维南等效电阻：$R_O = 20//(10+10) = \dfrac{20 \times 20}{20+20} = 10\Omega$，等效电路图略。



题图 2-34



题图 2-35

2-36　求题图 2-36 所示单口网络的戴维南等效电路。

解：先求开路电压：

$$v_{OC} = 6I + 3I = 9I = 9 \times \frac{9}{6+3} = 9\text{V},$$

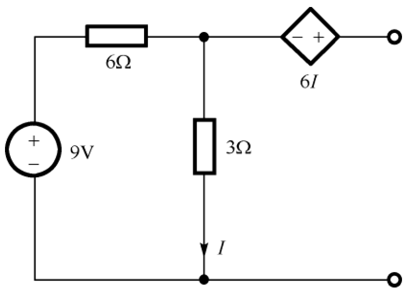
用外施电源法求戴维南等效电阻，$V = 6I + 3I = 9I = 9 \times \frac{I'}{1.5} = 6I'$，

因此：$R_O = \frac{V}{I'} = 6\Omega$，画戴维南等效电路图略。

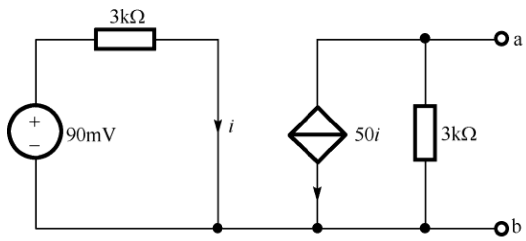
2-37　求题图 2-37 所示单口网络的戴维南等效电路。

解：先求开路电压：$V_{OC} = -50i \times 3 \times 10^3 = -150 \times 10^3 \times \frac{90}{3} \times 10^{-6} = -4.5\text{V}$，

再求戴维南等效电阻，当 90mV 电压源置零时，i=0，因此 50i=0，则 $R_O = 3\text{k}\Omega$。



题图 2-36



题图 2-37

2-38　求题图 2-38 所示单口网络的诺顿等效电路。

解：设端口短路，节点电压为 V_n，则根据节点法有：

$$\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{2}\right)V_n = \frac{50}{20} + 1$$,解得：$V_n = 6\text{V}$，因此短路电流为 $I_{SC} = 6 \div 2 = 3\text{A}$

诺顿等效电阻为：$R_O = 20 // 30 + 2 = 12 + 2 = 14\Omega$，画诺顿等效电路图略。

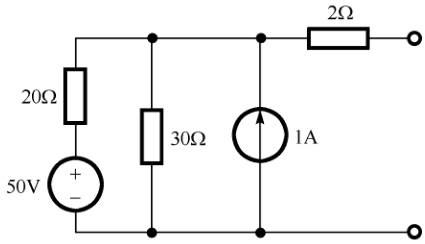
2-39　题图 2-39 所示电路中 R 为可调电阻，问当 R 多大时，它吸收的功率最大？求此最大功率。

解：先求将 R_L 断开，求戴维南等效电路。设开路电压 v_{ab}，根据叠加原理有：

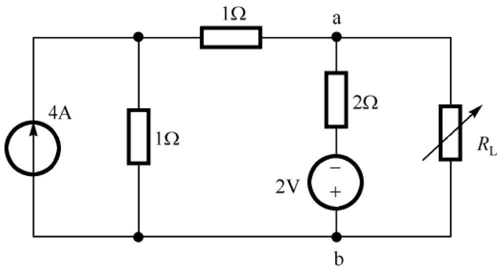
$$v_{ab} = \frac{1}{1+1+2} \times 4 \times 2 - \frac{1+1}{1+1+2} \times 2 = 1\text{V},$$

戴维南等效电阻为 $R_O = (1+1) // 2 = 1\Omega$，根据最大功率传递定理，当 $R_L = R_O = 1\Omega$ 时，

电路得到最大功率，$p = \frac{{v_{ab}}^2}{4R_O} = 0.25\text{W}$



题图 2-38



题图 2-39

2-40　电路如题图 3-40 所示，问当可变电阻 R_L 为何值时其可获得最大功率？最大功率为多少？

解：先求将 R_L 断开，求戴维南等效电路。设开路电压 v_{ab}，则：$v+v+3v=20$

得：$v=4\text{V}$，因此 $v_{ab}=v+3v=4v=16\text{V}$。用短路电流法求戴维南等效电阻：

根据节点法有：$\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\right)v_n=\frac{20}{4}+\frac{3v}{4}, v=20-v_n$，得：$v_n=\frac{40}{3}\text{V}, i_{SC}=\frac{10}{3}\text{A}$，

因此：$R_O=\frac{v_{OC}}{i_{SC}}=4.8\Omega$，根据最大功率传递定理，当 $R_L=R_O=4.8\Omega$ 时得到最大功率，

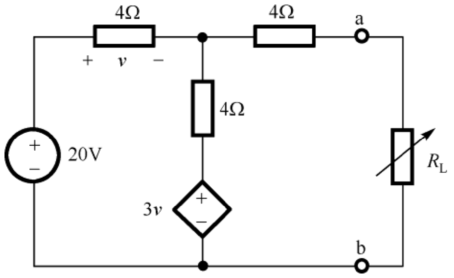
$$P_L=\frac{v_{OC}^{\ 2}}{4R_O}=13.33\text{W}$$

2-41　题图 2-41 所示电路中，已知负载 $R_L=8\Omega$ 时，$i_L=20\text{A}$；$R_L=2\Omega$ 时，$i_L=50\text{A}$。求 R_L 为何值时它消耗的功率为最大？该功率为多少？

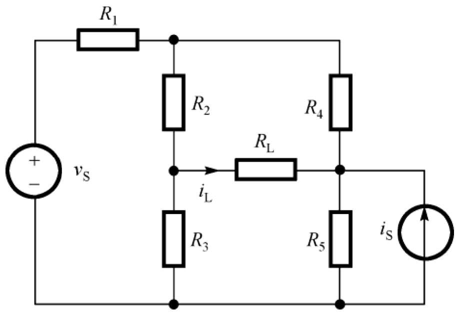
解：根据题意有：$i_L=\frac{V_{OC}}{R_O+R_L}$，因此：

$$\begin{cases}\dfrac{V_{OC}}{R_O+8}=20\\ \dfrac{V_{OC}}{R_O+2}=50\end{cases}，得：\begin{cases}R_O=2\Omega\\ V_{OC}=200\text{V}\end{cases},$$

因此，根据最大功率传递定理，当 $R_L=R_O=2\Omega$ 时得到最大功率 $P_L=\frac{v_{OC}^{\ 2}}{4R_O}=5\text{kW}$



题图 2-40



题图 2-41