

# 第1章 电路的基本概念

作业(P41-47):

1-1、1-3、1-5、1-7、1-8、1-11、1-12、1-22、  
1-25、1-26、1-30



# 1-1

1-1 晶体管调频收音机最高工作频率为108MHz。问该收音机的电路是集总参数电路还是分布参数电路。判断：

- 集总参数电路：实际电路的几何尺寸 $d \ll$ 工作信号波长 $\lambda$
- 分布参数电路：不满足集总参数电路条件

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{108 \times 10^6} m = 2.78m \quad \longrightarrow \quad \text{集总参数电路}$$

$$d \ll \lambda$$

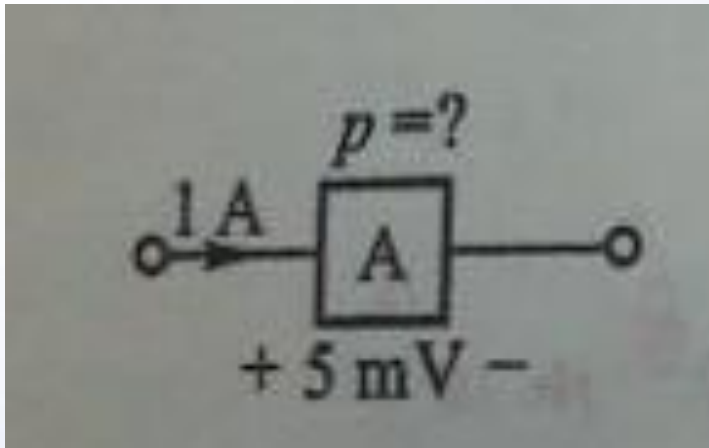


# 1-3

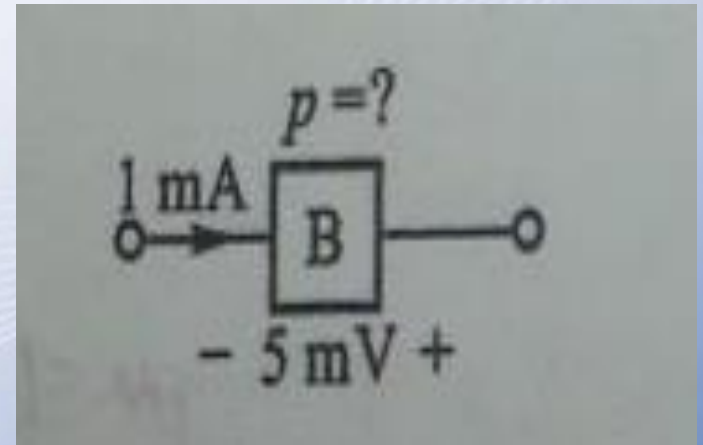
1-3 各二端元件的电压、电流和吸收功率如图，请确定图上指出的未知量。

$$p_{\text{吸}} = ui \quad (u、i \text{ 关联方向})$$

$$p_{\text{吸}} = -ui \quad (u、i \text{ 非关联方向})$$



$$p_{\text{吸}} = ui = 5 \text{ mW}$$



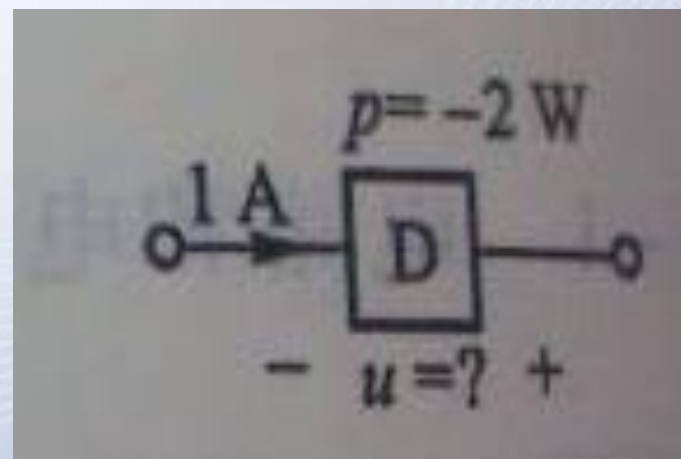
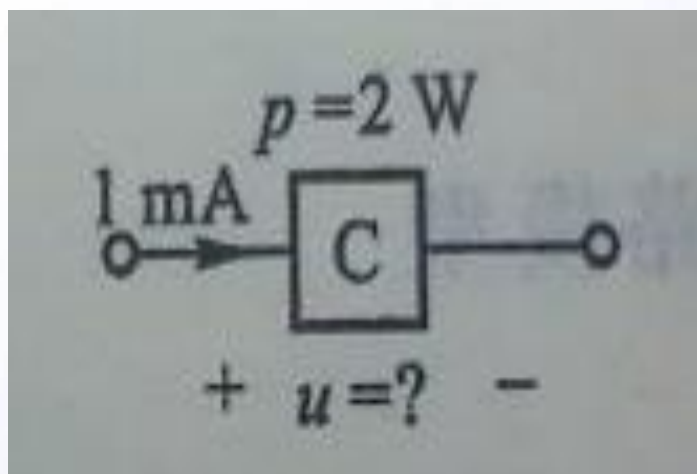
$$p_{\text{吸}} = -ui = -5 \mu\text{W}$$

# 1-3

1-3 各二端元件的电压、电流和吸收功率如图，请确定图上指出的未知量。

$$p_{\text{吸}} = ui \quad (u、i \text{ 关联方向})$$

$$p_{\text{吸}} = -ui \quad (u、i \text{ 非关联方向})$$



$$u = \frac{p}{i} = \frac{2W}{1mA} = 2kV$$

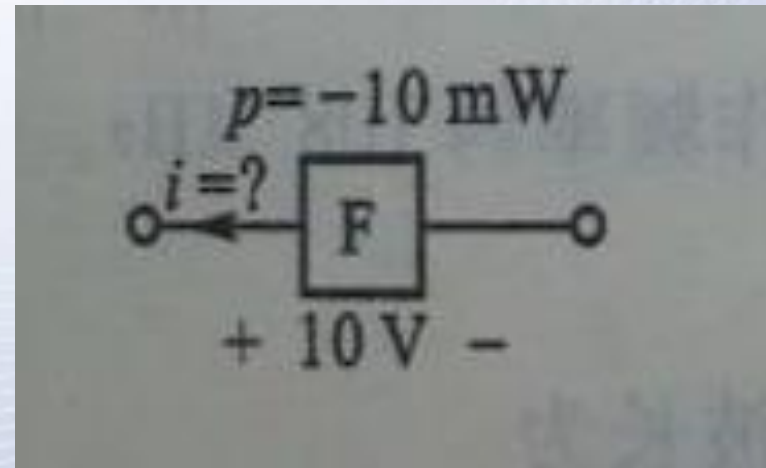
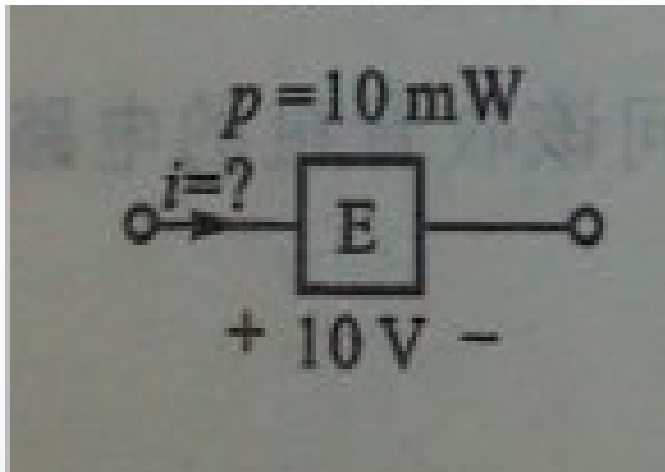
$$u = -\frac{p}{i} = -\frac{-2W}{1A} = 2V$$

# 1-3

1-3 各二端元件的电压、电流和吸收功率如图，请确定图上指出的未知量。

$$p_{\text{吸}} = ui \quad (u、i \text{ 关联方向})$$

$$p_{\text{吸}} = -ui \quad (u、i \text{ 非关联方向})$$



$$i = \frac{p}{u} = 1\text{ mA}$$

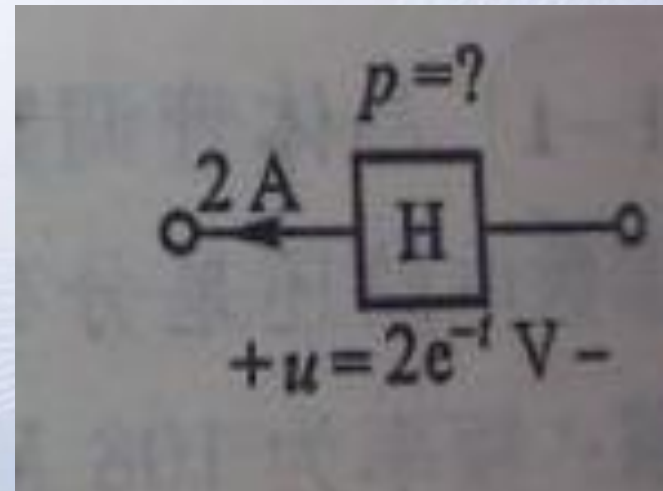
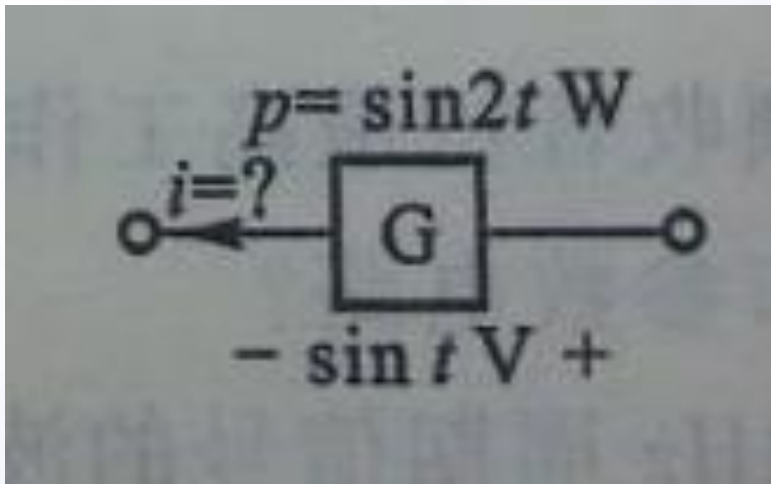
$$i = -\frac{p}{u} = -\frac{-10\text{ mW}}{10} = 1\text{ mA}$$

# 1-3

1-3 各二端元件的电压、电流和吸收功率如图，请确定图上指出的未知量。

$$p_{\text{吸}} = ui \quad (u、i \text{ 关联方向})$$

$$p_{\text{吸}} = -ui \quad (u、i \text{ 非关联方向})$$



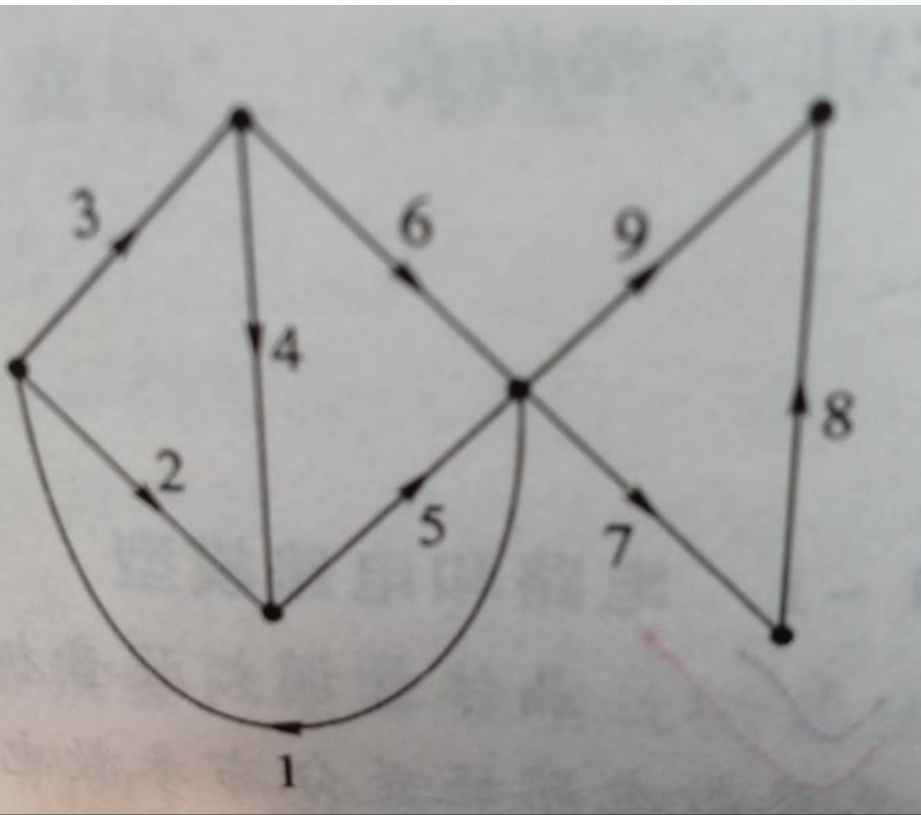
$$i = \frac{p}{u} = 2 \cos t \text{ A}$$

$$p_{\text{吸}} = -ui = -4e^{-t} \text{ W}$$



# 1-5

1-5 题图是表示某连通电路连接关系的有向图。试沿顺时针的绕行方向，列出尽可能多的KVL方程。



$$U_3 + U_4 - U_2 = 0$$

$$U_6 - U_5 - U_4 = 0$$

$$U_9 - U_8 - U_7 = 0$$

$$U_2 + U_5 + U_1 = 0$$

$$U_3 + U_6 - U_5 - U_2 = 0$$

$$U_3 + U_6 + U_1 = 0$$

$$U_3 + U_4 + U_5 + U_1 = 0$$

$$U_6 + U_1 + U_2 - U_4 = 0$$

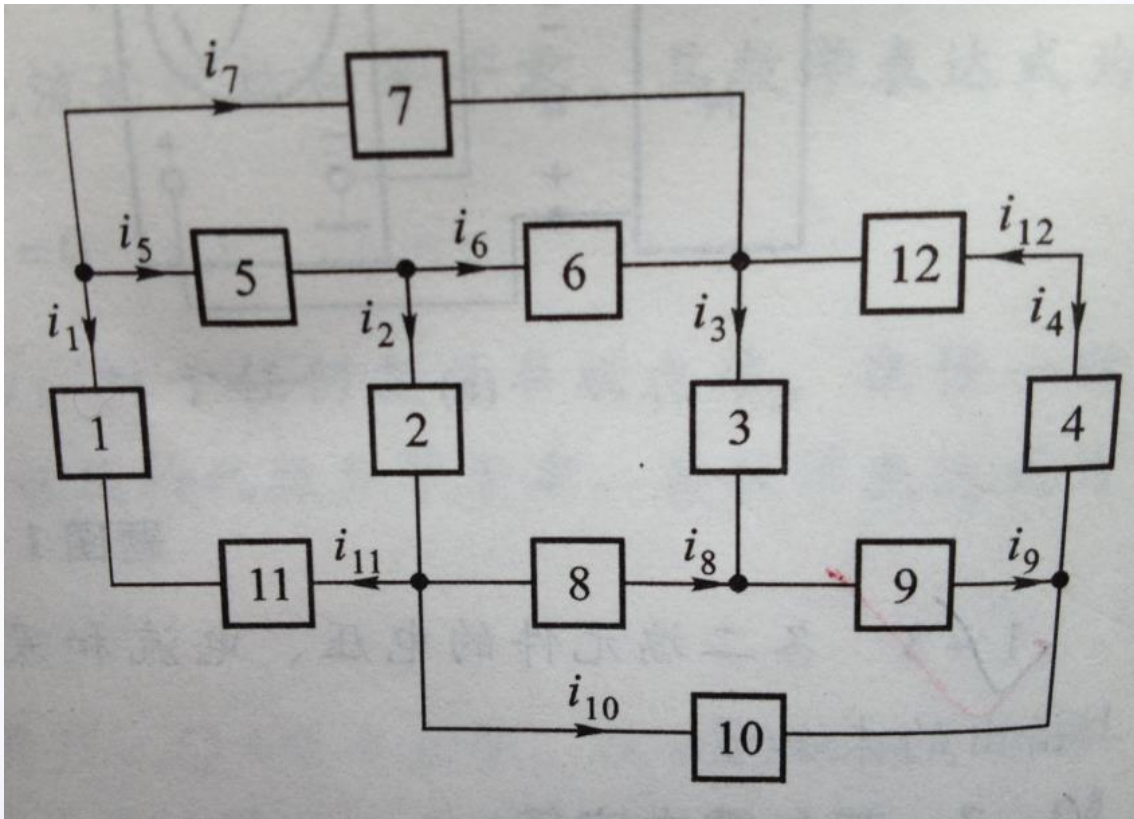




# 1-7

1-7 已知  $i_1 = 24A$ ,  $i_3 = 1A$ ,  $i_4 = 5A$ ,  $i_7 = -5A$ ,  $i_{10} = -3A$

尽可能多地确定其它未知电流。



$$i_{12} = -i_4 = -5A$$

$$i_{11} = -i_1 = -24A$$

$$i_5 = -i_1 - i_7 = -24A - (-5A) = -19A$$

$$i_6 = i_3 - i_{12} - i_7 = 1A - (-5A) - (-5A) = 11A$$

$$i_9 = -i_4 - i_{10} = -5A - (-3A) = -2A$$

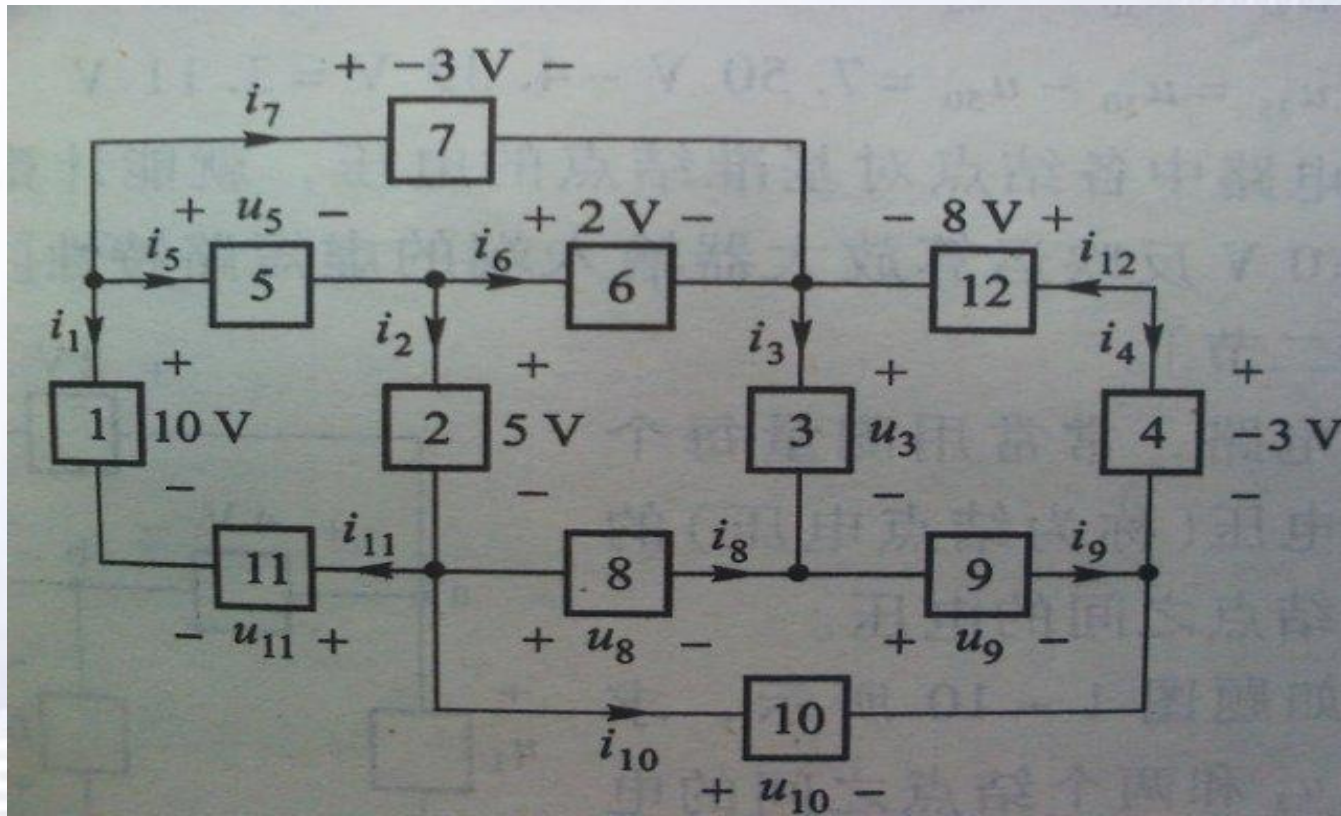
$$i_8 = -i_3 + i_9 = -1A + (-2A) = -3A$$

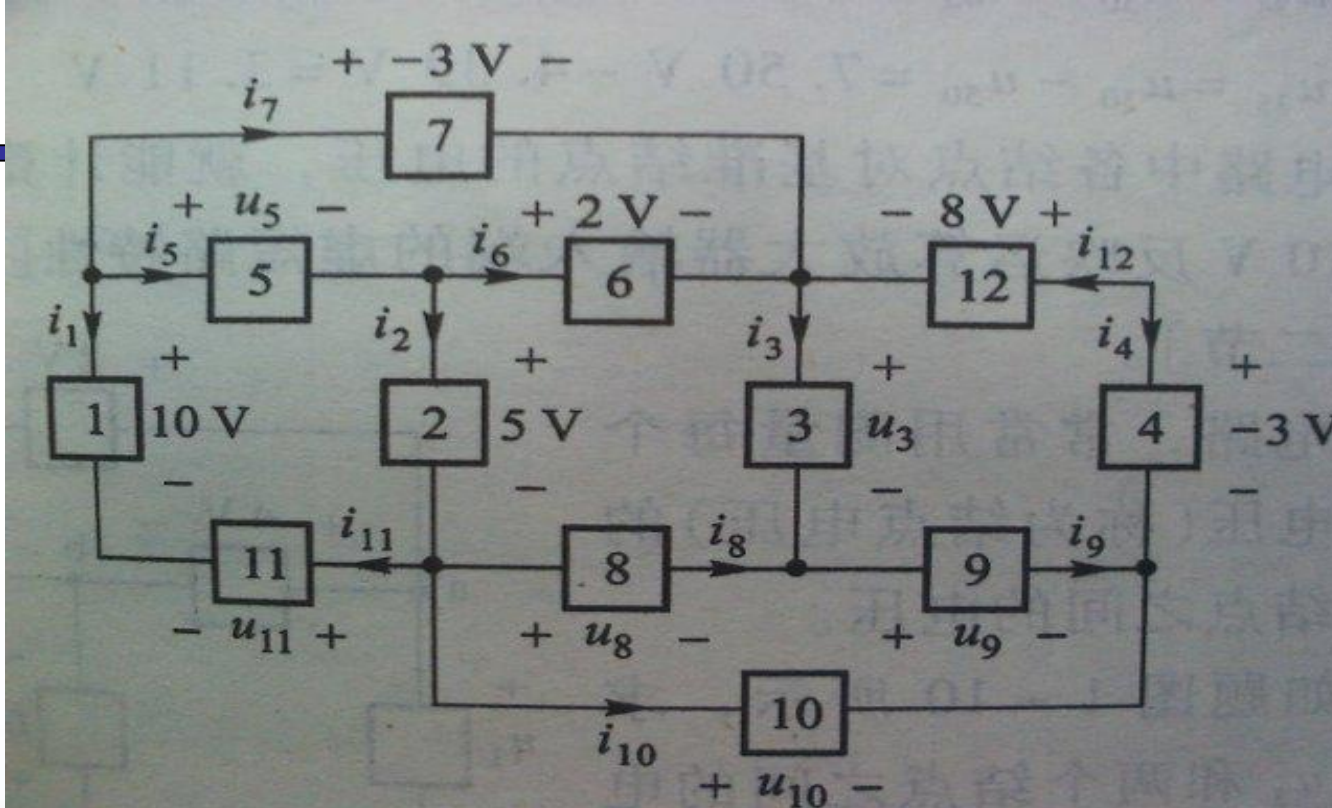
$$i_2 = i_5 - i_6 = -19A - 11A = -30A$$



# 1-8

1-8 题图中，各支路电压、电流采用关联参考方向。已知  $u_1 = 10V$ ,  $u_2 = 5V$ ,  $u_4 = -3V$ ,  $u_6 = 2V$ ,  $u_7 = -3V$ ,  $u_{12} = 8V$ 。尽可能多地确定其余支路电压。若要确定全部电压，尚需知道哪些支路电压？





$$U_7 - U_6 - U_5 = 0 \rightarrow U_5 = U_7 - U_6 = -3V - 2V = -5V$$

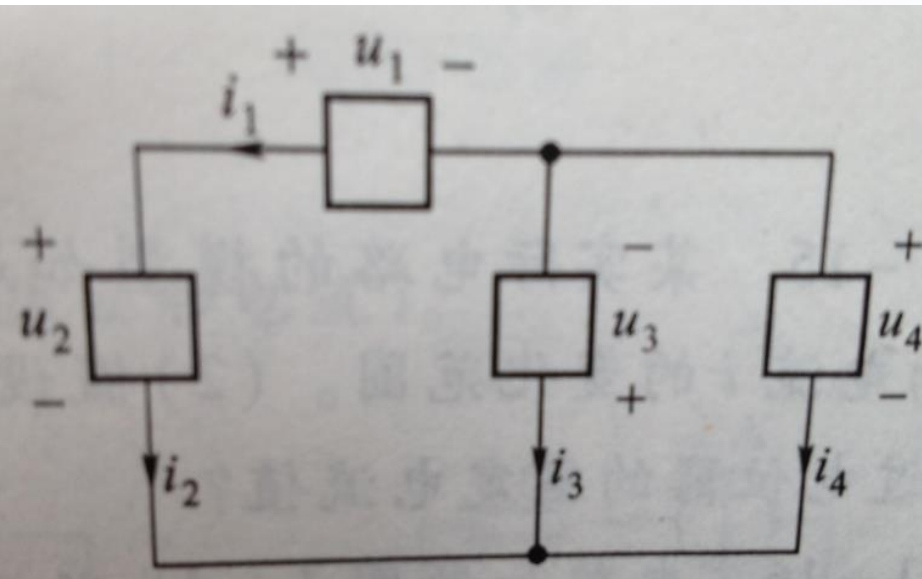
$$U_5 + U_2 + U_{11} - U_1 = 0 \rightarrow U_{11} = U_1 - U_5 - U_2 = 10V - (-5V) - 5V = 10V$$

$$U_6 - U_{12} + U_4 - U_{10} - U_2 \rightarrow U_{10} = U_6 - U_{12} + U_4 - U_2 \\ = 2V - 8V + (-3V) - 5V = -14V$$

若要求得电压  $u_3$ 、 $u_8$ 、 $u_9$ ，还需要知道其中任意一个电压。

# 1-11

1-11 已知  $i_1 = 2A, i_3 = -3A, u_1 = 10V, u_4 = 5V$   
试求各二端元件的吸收功率。



$$p_{\text{吸}} = ui \quad (u, i \text{ 关联方向})$$

$$p_{\text{吸}} = -ui \quad (u, i \text{ 非关联方向})$$

$$U_1 = 10V, I_1 = 2A$$

$$\rightarrow P_1 = -U_1 \cdot I_1 = -10V \cdot 2A = -20W$$

$$U_2 = U_1 + U_4 = 10V + 5V = 15V,$$
$$I_2 = I_1 = 2A$$

$$\rightarrow P_2 = U_2 \cdot I_2 = 15V \cdot 2A = 30W$$

$$U_3 = -U_4 = -5V \quad I_3 = -3A$$

$$\rightarrow P_3 = -U_3 \cdot I_3 = -(-5V) \cdot (-3A) = -15W$$

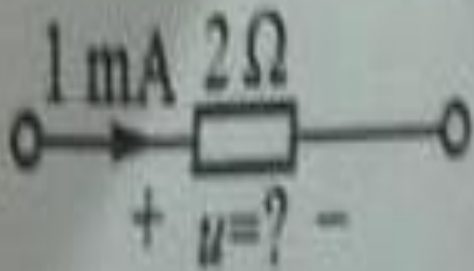
$$U_4 = 5V \quad I_4 = -I_1 - I_3 = -2A - (-3A) = 1A \rightarrow P_4 = U_4 \cdot I_4 = 5V \cdot 1A = 5W$$



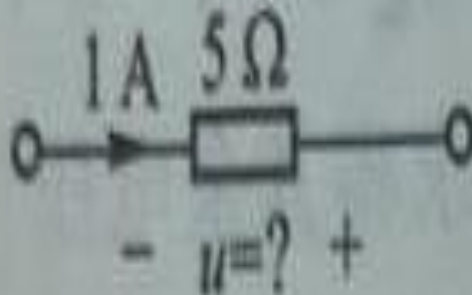
# 1-12

1-12 求图中未知量。

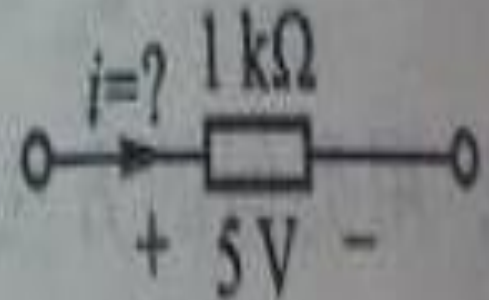
$u=iR$  ( $u$ 、 $i$ 关联方向)     $u=-iR$  ( $u$ 、 $i$ 非关联方向)



(a)



(b)



(c)

$$u = iR = 2\text{ mV}$$

$$u = -iR = -5\text{ V}$$

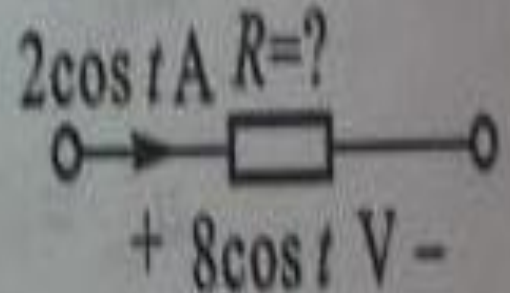
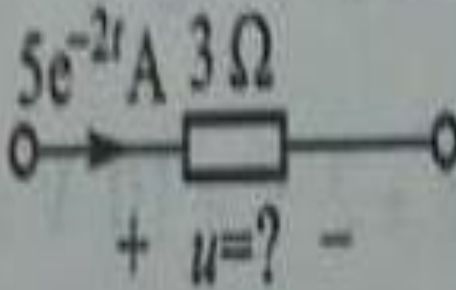
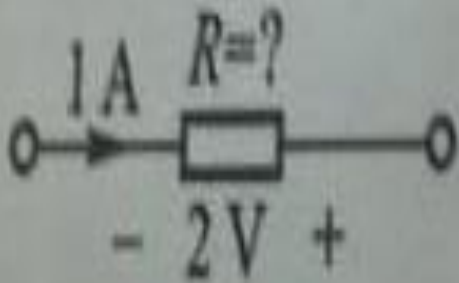
$$i = \frac{u}{R} = 5\text{ mA}$$



# 1-12

1-12 求图中未知量。

$u=iR$  ( $u$ 、 $i$ 关联方向)     $u=-iR$  ( $u$ 、 $i$ 非关联方向)



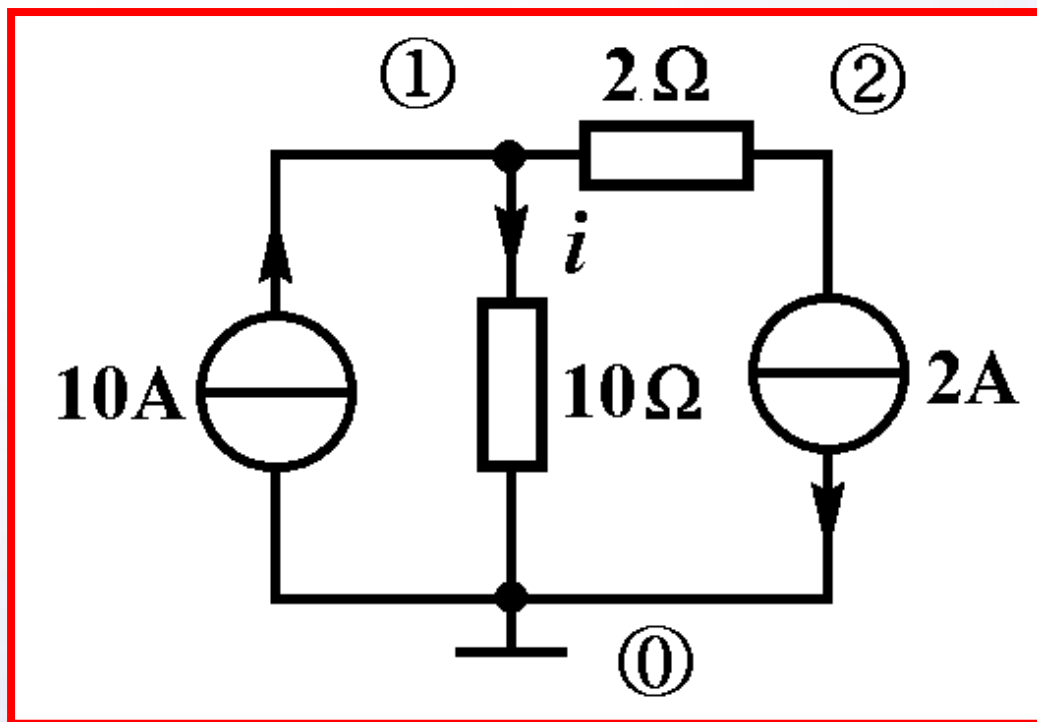
$$R = -\frac{u}{i} = -\frac{2V}{1A} = -2\Omega$$

$$u = iR = 15e^{-2t}V$$

$$R = \frac{u}{i} = \frac{8\cos t}{2\cos t} = 4\Omega$$

# 1-22

1-22 求图示各电路的电压 $u$ 或电流 $i$ 。



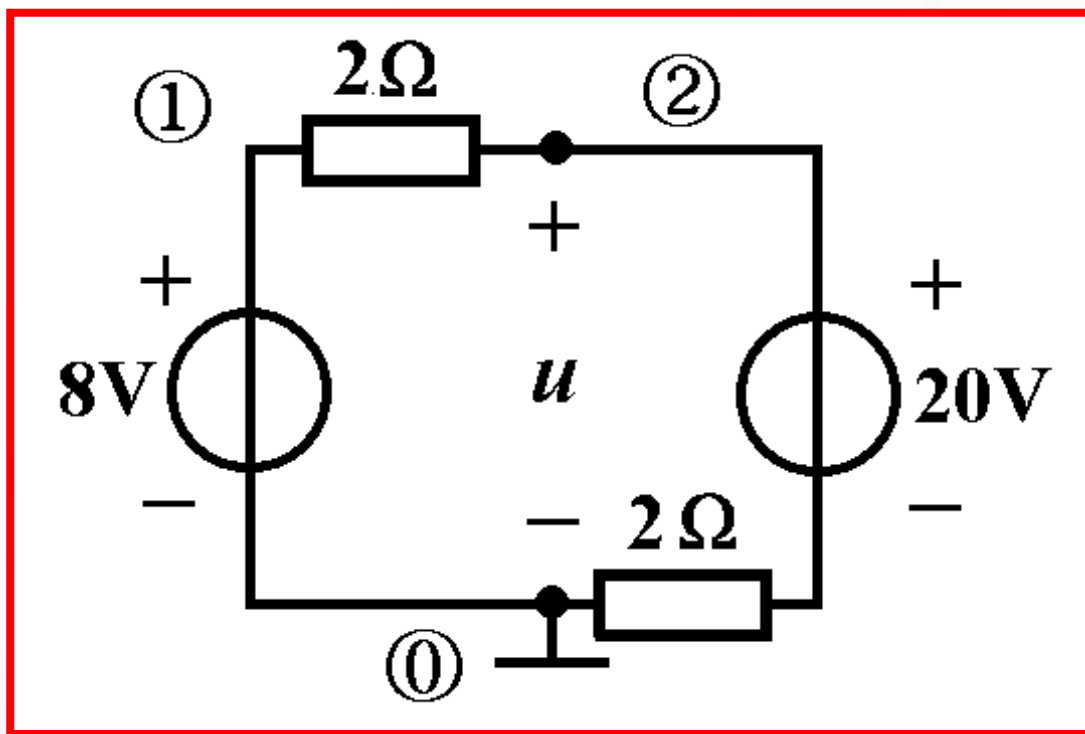
(a)  $i = 10\text{A} - 2\text{A} = 8\text{A}$





# 1-22

1-22 求图示各电路的电压 $u$ 或电流 $i$ 。



(b)

KVL方程, 顺时针  
 $20 + i \cdot 2\Omega - 8V + i \cdot 2\Omega = 0$   
 $i = -3A$

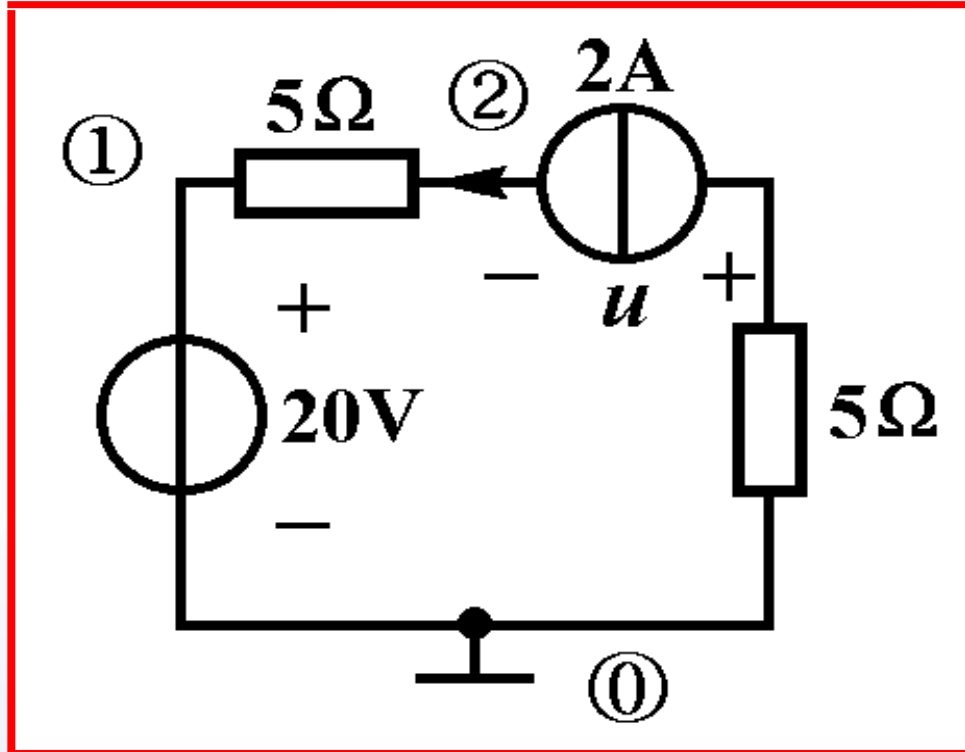
$$\begin{aligned} U &= 20 + i \cdot 2\Omega \\ &= 20 + (-3A) \cdot 2\Omega \\ &= 14V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= -i \cdot 2\Omega + 8V \\ &= -(-3A) \cdot 2\Omega + 8V \\ &= 14V \end{aligned}$$



# 1-22

1-22 求图示各电路的电压 $u$ 或电流 $i$ 。

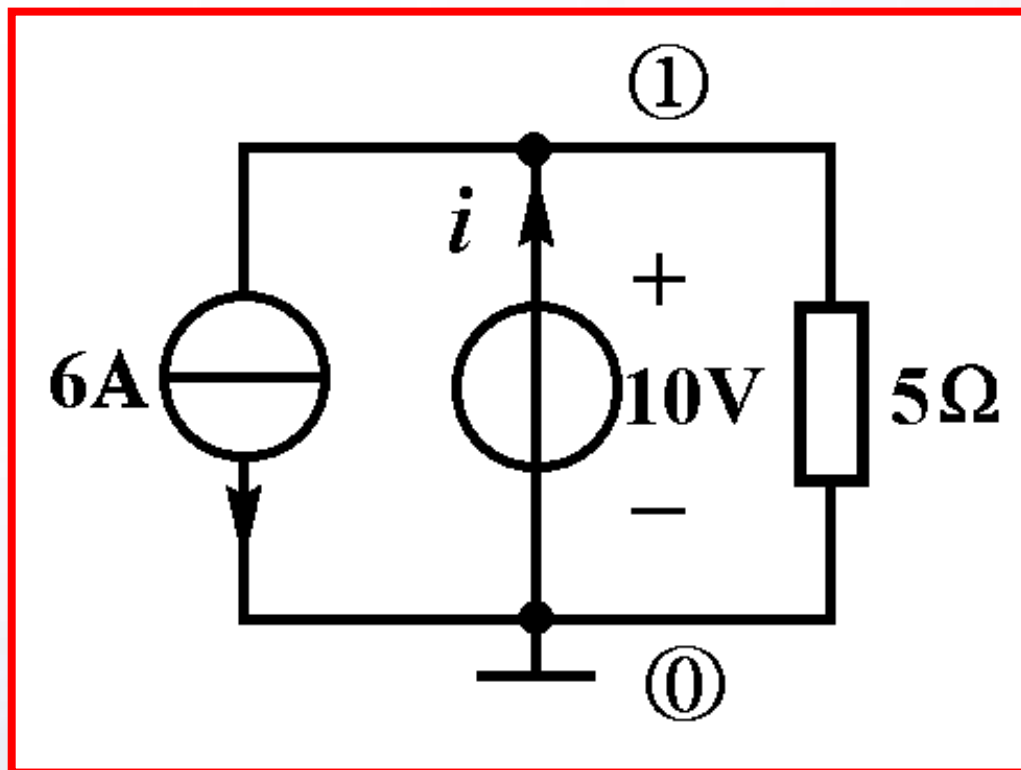


$$(c) \quad u + 5\Omega \times 2A + 20V + 5 \times 2A = 0$$

$$\text{则 } u = -40V$$

# 1-22

1-22 求图示各电路的电压 $u$ 或电流 $i$ 。

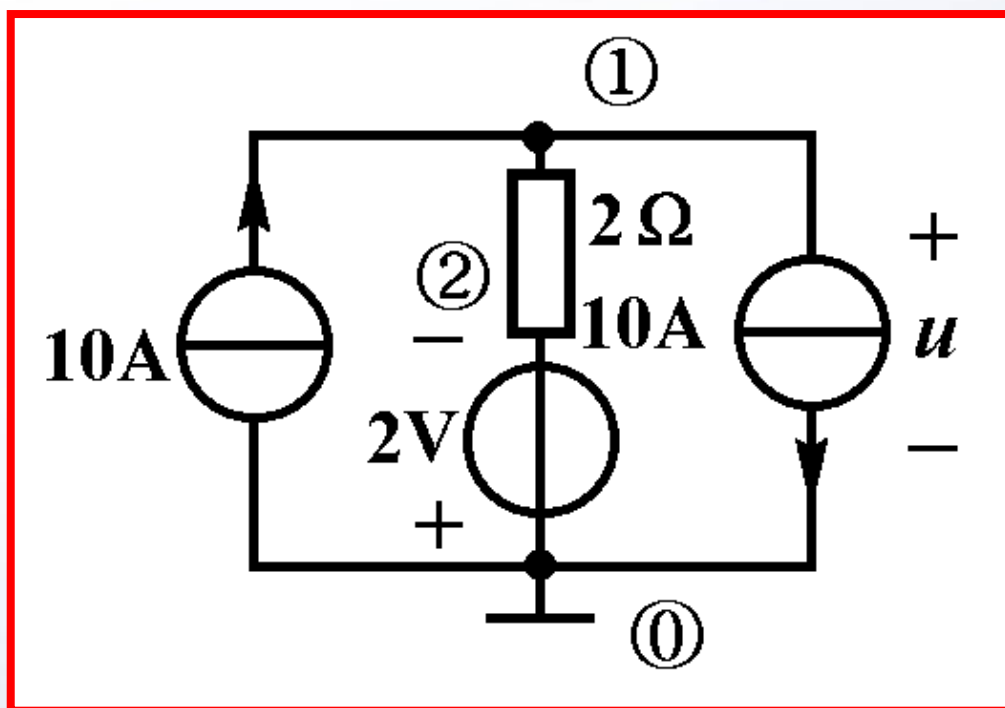


(d)  $i = 6\text{A} + 10\text{V}/5\Omega = 8\text{A}$



# 1-22

1-22 求图示各电路的电压 $u$ 或电流 $i$ 。

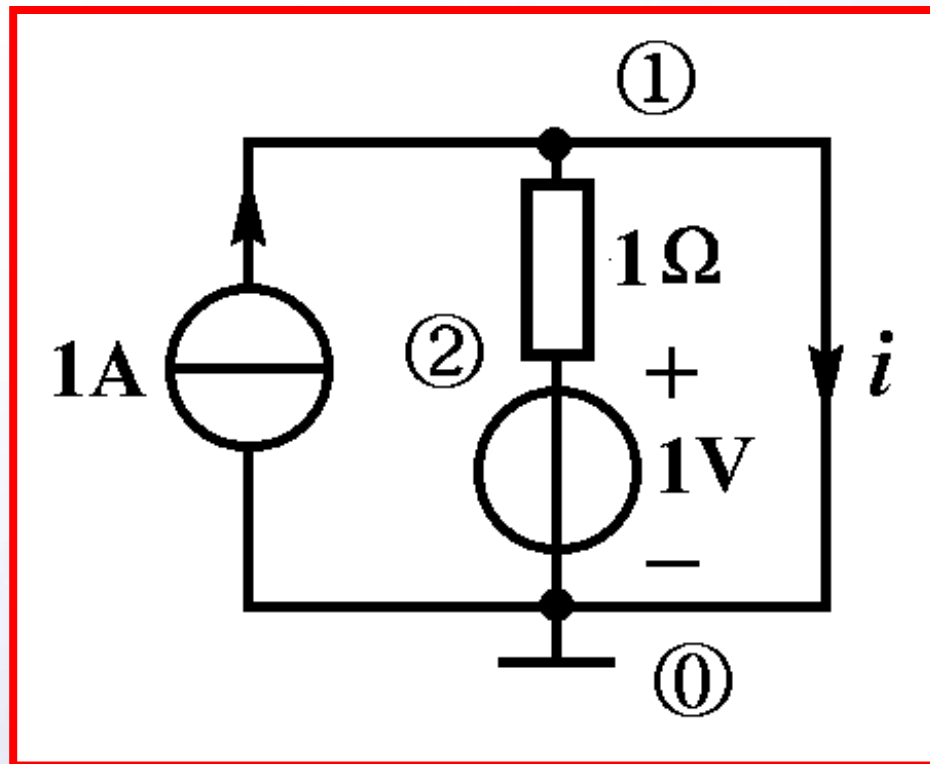


$$(e) \ u = (2\Omega) \times 0A - 2V = -2V$$



# 1-22

1-22 求图示各电路的电压 $u$ 或电流 $i$ 。

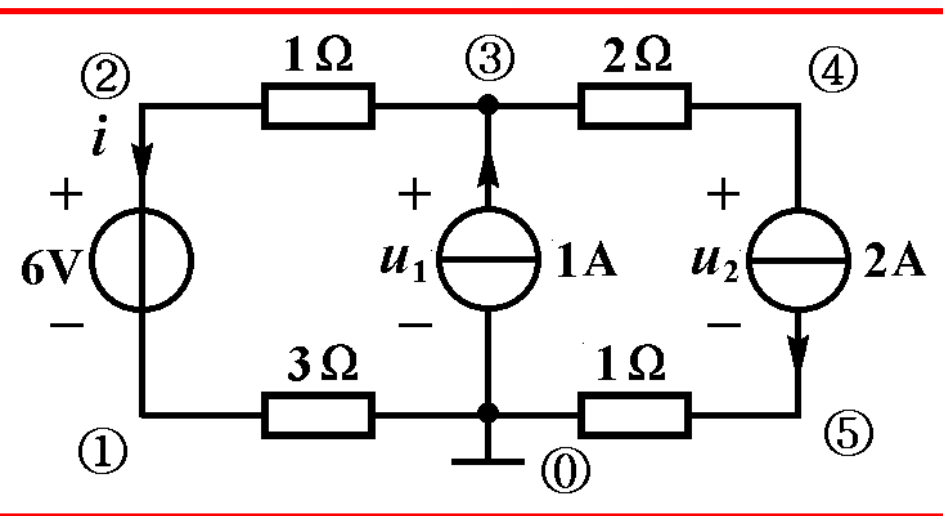


$$(f) \ i = 1A + 1V/1\Omega = 2A$$



# 1-25

1-25 求图示电路每个独立电源的发出功率。



$$P_{\text{发}} = -ui \quad (u, i \text{ 关联方向})$$

$$P_{\text{发}} = ui \quad (u, i \text{ 非关联方向})$$

$$i = 1\text{A} - 2\text{A} = -1\text{A}$$

$$P_{6V} = -ui = -6V \cdot (-1)A = 6W$$

$$\begin{aligned} U_1 &= i \cdot 1\Omega + 6V + i \cdot 3\Omega \\ &= (-1A) \cdot 1\Omega + 6V + (-1A) \cdot 3\Omega = 2V \end{aligned}$$

$$P_{1A} = ui = 2V \cdot 1A = 2W$$

$$U_2 + 2A \cdot 1\Omega - U_1 + 2A \cdot 2\Omega = 0$$

$$U_2 = -4V$$

$$P_{2A} = -ui = -(-4V) \cdot 2A = 8W$$

$$P_{6V} = 6W$$

$$P_{1A} = 2W$$

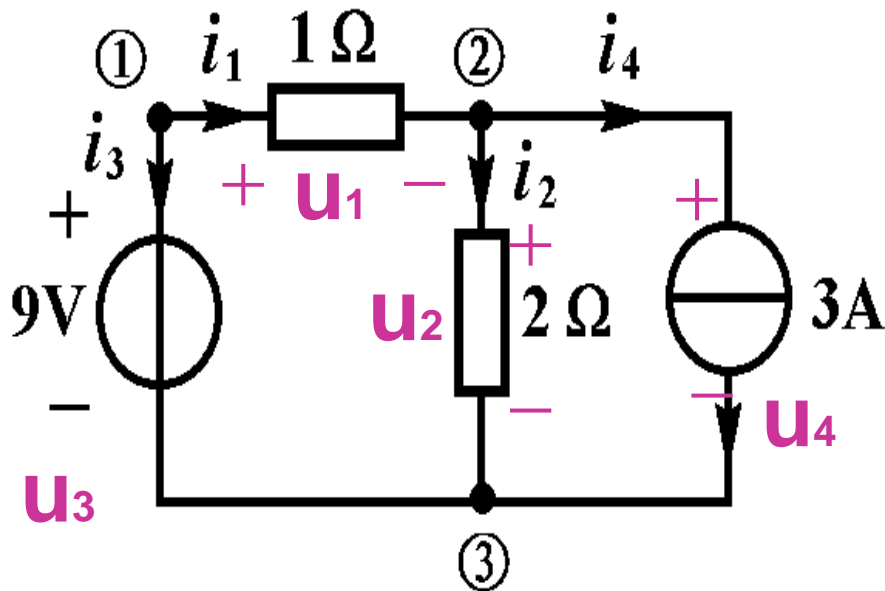
$$P_{2A} = 8W$$





# 1-26

1-26 列出电路的2b方程，并求解电阻电压 $u_1$ 和 $u_2$ 。



$b$ 条支路， $n$ 个节点的网络

KCL方程： $n-1$ 个

KVL方程： $b-n+1$

支路VCR方程： $b$ 个

本题中 $n=3$ ， $b=4$

节点1、2的KCL方程：

$$i_1 + i_3 = 0$$

$$-i_1 + i_2 + i_4 = 0$$

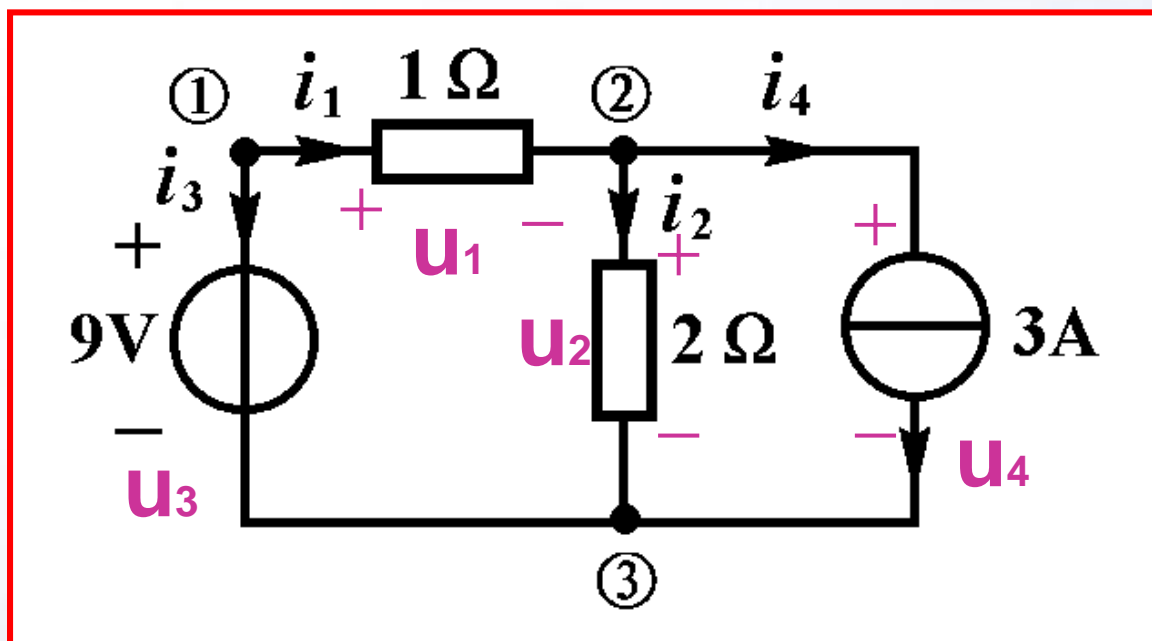
两个网孔的KVL方程：

$$u_1 + u_2 - u_3 = 0$$

$$-u_2 + u_4 = 0$$

# 1-26

1-26 列出电路的2b方程，并求解电阻电压 $u_1$ 和 $u_2$ 。



各二端元件的VCR方程：

$$u_1 = 1\Omega \times i_1 \quad u_2 = 2\Omega \times i_2$$

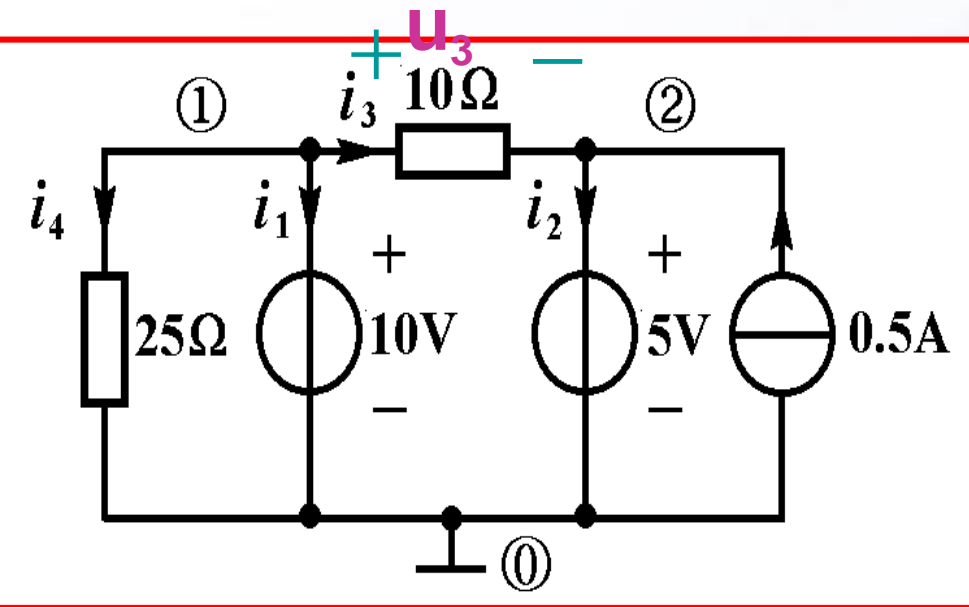
$$u_3 = 9V \quad i_4 = 3A$$



$$u_1 = 5V$$
$$u_2 = 4V$$

# 1-30

1-30 求图中每个独立电源的发出功率和每个电阻的吸收功率。并验证能量是否守恒。



$$p_{\text{吸}} = ui \quad (u, i \text{ 关联方向})$$

$$p_{\text{吸}} = -ui \quad (u, i \text{ 非关联方向})$$

$$p_{\text{发}} = -p_{\text{吸}}$$

$$u_3 = 10V - 5V = 5V$$

$$i_2 = 0.5A + i_3 = 1A$$

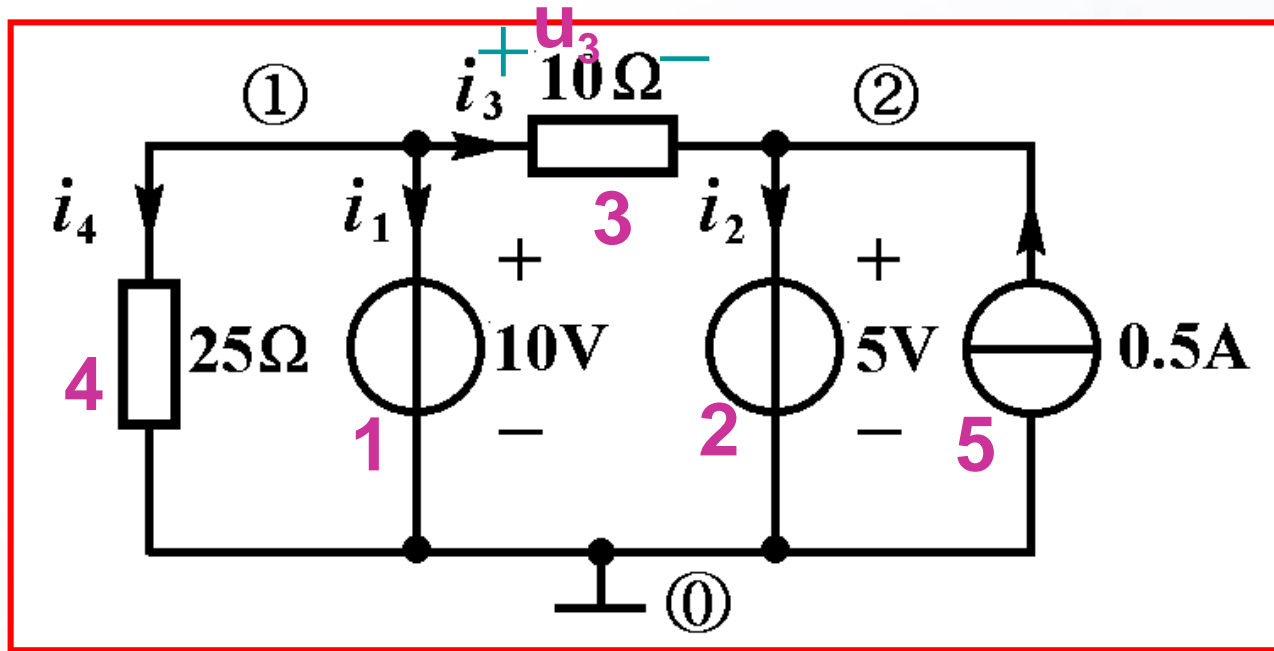
$$i_1 = -i_3 - i_4 = -0.9A$$

$$i_3 = 5V / (10\Omega) = 0.5A$$

$$i_4 = 10V / (25\Omega) = 0.4A$$



# 1-30



$$P_{1\text{发}} = -p_{1\text{吸}} = -(10\text{V} \times i_1) = 9\text{W} \quad p_{2\text{发}} = -p_{2\text{吸}} = -(5\text{V} \times i_2) = -5\text{W}$$

$$P_{5\text{发}} = -p_{5\text{吸}} = -(-5\text{V} \times 0.5\text{A}) = 2.5\text{W}$$

$$p_{3\text{吸}} = 5\text{V} \times i_3 = 2.5\text{W}$$

$$p_{4\text{吸}} = 10\text{V} \times i_4 = 4\text{W}$$

$$P_{1\text{发}} + p_{2\text{发}} + p_{5\text{发}} = p_{3\text{吸}} + p_{4\text{吸}} = 6.5\text{W} \quad \rightarrow \text{能量守恒}$$

